

DES RIVIÈRES A MARÉE

PAR

M. BERGER,

Administrateur Inspecteur général des Ponts et Chaussées.

INTRODUCTION

L'amélioration des fleuves, dans la partie de leur cours soumise à l'action de la marée, ne date guère que du commencement de ce siècle. Elle n'a consisté, dans le principe, qu'en des tâtonnements souvent infructueux ; mais sitôt les règles à suivre un peu mieux posées, les résultats obtenus ont été si importants au point de vue du développement de la richesse publique, qu'ils ont frappé l'attention générale et fait naître une nouvelle branche de l'art de l'ingénieur. Glasgow, pour ne citer qu'un exemple connu de tous, n'était, au commencement de ce siècle, qu'une ville de 35,000 âmes ; elle est devenue aujourd'hui, grâce à l'amélioration de la Clyde, petit fleuve qui l'arrose, une vaste cité de 600,000 habitants et l'un des premiers ports du monde.

L'amélioration de la Tyne, que l'on a entreprise plus tard, a produit également des effets très remarquables, et on cite de même, comme très fructueux, les résultats obtenus sur la Seine entre Rouen et le Havre. Un voyage que nous avons fait récemment en Alle-

magne a attiré notre attention sur les travaux actuellement en cours d'exécution sur la Weser, conçus et dirigés par M. L. Franzius, l'un des plus savants ingénieurs de l'Allemagne et l'auteur d'un ouvrage très étendu sur l'architecture hydraulique (1). M. Franzius nous a fait un excellent accueil à Brême, nous a exposé les principes fondamentaux de son projet et les résultats qu'il s'en promettait. Aidés du souvenir de ces entretiens, des ouvrages de M. Franzius et des mémoires qui ont été publiés dans divers pays, nous allons essayer de rendre compte de l'état actuel de la science sur l'amélioration des rivières à marée en y joignant quelques considérations qui nous sont propres. La question des rivières à marée a, d'ailleurs, une grande importance pour la Belgique, à cause de l'Escaut qu'il conviendra d'améliorer en plusieurs de ses points soit pour faciliter la navigation, soit même simplement pour l'empêcher de s'envaser.

§ 1. — QUESTION A RÉSOUDRE. — PRINCIPE
FONDAMENTAL.

Question à résoudre. — Les fleuves soumis à l'action de la marée présentent ordinairement un large estuaire dans lequel la profondeur est relativement considérable et où peuvent mouiller des navires d'un fort tonnage. L'expérience est venue démontrer la haute utilité d'amener aussi avant que possible dans les terres et sans les alléger, les vaisseaux les plus fortement chargés. Le problème qui se pose est donc le suivant : Rechercher, d'une part, le point du fleuve le plus en amont jusqu'où la navigation maritime restera possible et, d'autre part, le mouillage pratiquement réalisable

(1) *Handbuch der Wasserbau.* — Leipzig, 1884.

jusqu'à ce point, en utilisant, dans le but de réduire les dépenses au minimum, toutes les forces naturelles dont on dispose afin de donner au lit des dimensions convenables et de l'entretenir ensuite dans sa nouvelle forme et ses nouvelles dimensions.

Les premiers travaux entrepris en Allemagne en vue d'améliorer les parties maritimes des fleuves étaient conçus d'après les principes admis pour les parties de ces cours d'eau non soumises à la marée; c'est surtout aux épis que l'on a eu recours; on en a fait un grand usage sur l'Elbe, en amont de Hambourg et un plus grand encore sur la Weser entre Brême et Brake.

Ce procédé, également essayé en Belgique, sur le Rupel, ne pouvait pas produire de résultat bien considérable par la raison que le point jusqu'où s'étend la marée sépare le fleuve en deux sections soumises à des régimes tout à fait distincts et où les procédés d'amélioration doivent nécessairement varier.

La différence essentielle consiste en ce que, pour l'amont, la quantité d'eau amenée dans le fleuve est nécessairement limitée et en rapport avec la quantité de pluie qui tombe dans le bassin et le plus ou moins de perméabilité du sol. Pour l'aval, au contraire, le volume d'eau est moins limité; il peut augmenter ou décroître, par suite des travaux exécutés sur le fleuve et qui facilitent ou entravent le mouvement de la marée.

Dans le cours supérieur d'une rivière, des travaux mal conçus ne sauraient avoir qu'une influence locale, tandis que, dans la partie maritime, ils peuvent gêner la libre expansion du flot vers l'amont et, lors du reflux, affaiblir l'action du jusan, non seulement dans la partie supérieure jusqu'au point extrême où la marée a pénétré, mais sur toute l'étendue du fleuve jusqu'à son embouchure.

Dans son ouvrage intitulé : *De la Plaine maritime, etc.*, A. Belpaire exprime, dans les termes suivants et d'une manière fort précise, la distinction à établir entre la partie fluviale et la partie maritime des fleuves :

“ Les parties du cours où le flux et le reflux de la
“ marée se font sentir doivent donc être soigneuse-
“ ment distinguées des parties où la marche des eaux
“ est constamment descendante. Dans celles-ci, l'in-
“ tensité du courant est indépendante de la configu-
“ ration du lit et des autres circonstances que le cours
“ rencontre ; les accidents qui se présentent ne
“ peuvent ni augmenter ni diminuer la masse des
“ eaux qu'elles charrient. Dans les premières, au con-
“ traire, le courant qui provient de la marée n'a pas
“ d'intensité absolue parce qu'il dépend du volume du
“ liquide auquel la rivière donne entrée pendant les
“ six heures que dure la période ascensionnelle du
“ flux. Chaque obstacle que le courant rencontre
“ oppose une résistance particulière à l'entrée des
“ eaux et diminue la quantité de celles qui pénètrent
“ dans la rivière, et, comme toutes les eaux qui sont
“ entrées pendant la marée montante doivent sortir
“ pendant la marée descendante, il en résulte que
“ l'obstacle qui affaiblit le courant ascendant parce
“ qu'il diminue la masse des eaux qui entrent, doit
“ affaiblir d'une égale quantité le courant descen-
“ dant, parce qu'il diminue la masse des eaux qui
“ peuvent sortir.

“ Ainsi, dans les rivières ordinaires, c'est l'intensité
“ du courant qui détermine la section du lit, tandis
“ que dans les rivières à marée, c'est la section du lit
“ qui détermine généralement l'intensité du courant.
“ Dans les rivières ordinaires, le rétrécissement du
“ lit occasionne l'affouillement du fond ou le gonfle-

« ment de la surface liquide ; dans les rivières à marée,
« il n'occasionne que des atterrissements en amont et
« en aval de l'obstacle (1) ; dans les rivières ordi-
« naires, les entraves que l'on oppose au courant pro-
« duisent une dénivellation de la surface et une
« augmentation de rapidité dans le mouvement des
« eaux ; dans les rivières à marée, les entraves ne
« produisent que des ensablements et des dépôts sur
« toute l'étendue du lit. »

On voit, dès lors, comment l'étude des phénomènes de la marée s'impose en tout premier lieu à l'ingénieur qui veut améliorer le cours inférieur d'un fleuve. Elle lui est non moins indispensable que la connaissance exacte du lit de ce fleuve, en plan, dans ses sections transversales et dans son profil en long.

Principe fondamental. — D'après M. Franzius, l'étude à poursuivre doit être basée sur un principe fondamental qu'il énonce dans les termes suivants :

La force ou puissance vive de la marée, résultante du volume d'eau qui entre dans le fleuve ou qui en sort et de la vitesse dont est animé ce volume, doit être en chaque point et à chaque instant aussi grande que possible.

La force vive de la marée représente la somme de travail utilisable pour l'entretien du lit du fleuve. Elle se compose, comme il vient d'être dit, de deux facteurs : le volume des eaux qui en s'accroissant, toutes choses égales d'ailleurs, augmente le mouillage, et la vitesse dont l'effet principal à mesure qu'elle grandit est de permettre d'abord au courant de continuer à transporter les détritrus qu'il tient en suspension et ensuite d'affouiller et de transporter au loin les matières déposées sur le fond, ce qui tend à accroître la profondeur.

(1) Il occasionne aussi l'approfondissement du lit dans la partie rétrécie ; c'est ce qui a lieu, par exemple, à Anvers. (N. d. l. R.).

Il importe, dans l'application du principe, de ne jamais perdre de vue, d'une part, les exigences de la navigation pour lesquelles un certain rapport est nécessaire entre le volume des eaux et la vitesse et, d'autre part, la conservation du lit qui ne peut être affouillé que dans une certaine mesure.

Une citation empruntée à M. Franzius, à propos de la Severn, permettra d'apprécier davantage encore l'importance de l'action de la force vive dans les fleuves à marée, en même temps que l'importance d'un bon estuaire.

L'embouchure de la Severn se trouve dans le canal de Bristol; mais tel est l'évasement extraordinaire du lit du fleuve à son embouchure que l'emplacement de celle-ci est fort difficile à déterminer.

A Lundy-Island, où la convergence des deux rives s'indique déjà parfaitement, la largeur du canal de Bristol est encore de 59 kilomètres et, tandis que le long des côtes occidentales de l'Irlande l'amplitude de marée des vives eaux n'est que de 3^m,50, elle est à Lundy-Island de 9 mètres. A Cardiff, placé 38 kilomètres plus en amont, la marée est de 11 mètres; à 8 kilomètres plus en amont, elle est de 14^m,60; enfin à l'embouchure de la Wyse, 10 kilomètres plus haut encore, elle atteint son maximum de 15^m,20.

Ce phénomène rappelle celui qui se produit dans le bélier hydraulique et dans les larrons des écluses à colonnes oscillantes, comme celle d'Herbières (1). Le volume d'eau poussé par la marée dans le canal de Bristol, agit par sa grande masse sur l'eau de la Severn et détermine, par sa force vive, les augmentations successives de hauteur que nous venons de citer.

(1) Écluse placée sur le canal de Mons à Condé.

§ 2. — L'ONDE MARÉE FLUVIALE.

Définitions. — L'onde marée fluviale doit sa naissance à l'onde marée parcourant la mer et passant devant l'embouchure du fleuve. Elle se renouvelle donc, comme la marée même, en 12 heures 25 minutes environ.

Son importance est réglée tout d'abord par la forme de l'embouchure et par la profondeur qu'on y rencontre. Sa puissance de propagation, son volume, sa vitesse et l'étendue de son parcours sont ensuite déterminés par la configuration du lit où elle se développe.

Elle s'avance, en tous cas, jusqu'à extinction complète de sa force vive, c'est-à-dire jusqu'au point où elle est sans action sur le niveau et l'écoulement naturel des eaux supérieures. Ce point, dont la position plus ou moins avancée dans le fleuve est déterminée par le volume de la marée, l'importance du débit du fleuve, la pente du lit, l'intensité et la direction des vents, marque la *limite du flot et de la partie maritime*. Depuis l'embouchure jusqu'à ce point, la force vive de l'onde et son volume s'atténuent sans cesse en remontant le fleuve, bien qu'exceptionnellement et pour certains points, l'onde puisse recevoir momentanément une augmentation de hauteur.

Le sommet de l'onde marée fluviale divise la courbe de l'onde en deux parties non symétriques : l'une en amont appelée le *gagnant* ou le *flot*, l'autre en arrière désignée sous le nom de *perdant* ou d'*ebbe* et dont le point le plus bas touche le pied ou *tête du flot* de l'onde marée suivante.

Courants de flot et de jusant. — Deux courants alternatifs sont engendrés et mis en action par l'onde marée fluviale :

Le courant de flot qui fait remonter les eaux du fleuve et de la mer vers l'amont et dont la vitesse est beaucoup moindre que celle de la tête du flot. Il se propage dans le fleuve jusqu'au moment où, par suite de l'abaissement de la marée à l'embouchure, la force vive dont le flot est animé se trouve complètement épuisée ; à ce moment tout mouvement cesse à l'extrémité aval du fleuve, et cet instant d'équilibre s'appelle *l'étale du flot* toujours en retard sur l'heure de la pleine mer.

Le courant de jusant ou d'ebbe qui règne sur la partie inférieure du perdant de la marée fluviale et ramène vers la mer les eaux refoulées par le flot. Un courant d'ebbe règne également sur le versant d'amont de l'onde, depuis la tête du flot jusqu'à un point qui sépare les deux courants, où la vitesse est nulle et que l'on désigne sous le nom *d'étale de jusant*. Considérée à l'embouchure, cette étale se produit donc après la mer basse.

Vitesse de propagation de l'onde marée fluviale. — De ce qui précède résulte une distinction essentielle à établir entre la *vitesse de propagation* de l'onde marée qui est celle avec laquelle cette onde s'avance vers l'amont et est souvent très considérable (la tête du flot dont la vitesse est cependant inférieure à celle du sommet de l'onde parcourt, en effet, souvent des espaces de 4 mètres, 5 mètres, 6 mètres et plus par seconde) et la *vitesse des courants soit de flot, soit d'ebbe*, qui atteint assez rarement 2 mètres par seconde.

D'après les expériences de Scott Russel, vérifiées par celles de Bazin, le sommet d'une onde de translation se propageant dans un canal d'eau stagnante et ayant acquis une certaine forme qui devient permanente, se meut avec une vitesse de propagation donnée par la formule

$$v = \sqrt{g (H + h)},$$

dans laquelle g représente la gravité, H la profondeur d'eau du canal et h la hauteur de l'onde.

Il résulte encore des observations de Russel que si, dans une même section transversale, le lit des eaux présente des profondeurs différentes, l'onde prend une vitesse de propagation unique qui est la moyenne des vitesses dues aux différentes profondeurs.

Quand l'onde de translation se propage dans une eau courante, sa vitesse est diminuée ou augmentée de celle du courant, suivant que l'onde marche en sens contraire ou dans le sens du courant. L'onde se propage alors, suivant le cas, avec une vitesse donnée par la formule

$$v = \sqrt{g (H + h)} \pm u,$$

en désignant par u la vitesse de l'eau courante.

Comme nous l'avons dit, cette formule s'applique à une onde de translation dont la forme est devenue permanente et alors la vitesse v est celle de tous les points de l'onde, mais il n'en est pas de même pour les ondes marées fluviales où la forme change à chaque instant et où, selon les indications de l'expérience, le sommet de l'onde marche beaucoup plus vite que la tête du flot.

Toutefois, les observations nombreuses faites sur la marche de la tête du flot des différents fleuves de France ont montré que la vitesse de propagation de la tête du flot s'accorde généralement avec la formule précédente en remplaçant $H + h$ par la hauteur H des basses eaux ; on obtient ainsi

$$v = \sqrt{g H} - u.$$

Pour le sommet de l'onde, il est à présumer que la vitesse ne s'écarterait pas sensiblement de la valeur donnée par l'expression

$$v = \sqrt{g(H + h)} - u,$$

mais il est assez difficile d'en faire la vérification, attendu que la hauteur h change à chaque instant.

L'une et l'autre formule rendent d'ailleurs compte de l'affaiblissement que subit l'onde marée dans sa marche et de sa disparition à la limite de la partie maritime du fleuve.

A mesure que l'onde pénètre plus avant dans le fleuve, le sommet se rapproche de la tête du flot et conséquemment le gagnant diminue de longueur.

Courbes locales des marées. — Si l'on représente graphiquement les mouvements de la marée, dans un lieu donné, en prenant les temps pour abscisses et les hauteurs d'eau pour ordonnées, la courbe ainsi tracée s'appelle « *courbe locale* » de la marée.

A l'embouchure, la courbe locale de l'onde marée fluviatile se confond avec l'onde marée de la mer. Sa forme est sinusoïdale, mais la durée du gagnant est un peu moindre que celle du perdant.

En remontant le fleuve, la courbe du gagnant n'affecte plus la forme sinusoïdale comme cela a lieu pour la courbe locale de l'embouchure. Elle se détache assez brusquement du perdant de l'onde précédente et prend une courbure constamment convexe à l'exception d'une petite partie concave au moyen de laquelle la courbe du gagnant se raccorde avec celle du perdant de l'onde qui la précède.

Quant à la courbe du perdant, elle conserve jusqu'au niveau de basse mer la forme sinusoïdale qu'affecte la courbe locale à l'embouchure.

Les courbes locales, très utiles pour la rédaction des projets d'amélioration des fleuves à marée, se tracent automatiquement au moyen d'instruments nommés marégraphes.

Courbes instantanées de l'onde marée fluviale. — Si l'on fait à un *instant donné*, une section de l'onde marée par un plan vertical dirigé dans le sens de la marche de l'onde, on obtient ce qui s'appelle la *courbe instantanée* de la marée. Elle se construit en prenant pour abscisses les distances qui séparent les différents lieux du fleuve et pour ordonnées les hauteurs de la marée en ces lieux, à l'instant considéré.

Les deux branches des courbes instantanées ont des formes analogues à celles des courbes locales.

Lieu géométrique des hautes eaux. — Si l'on possède, pour les différents points de la partie maritime d'un fleuve, les diagrammes de la marée, il est aisé de tracer, pour chaque onde marée, le lieu géométrique parcouru par le sommet de l'onde. En général, cette ligne géométrique s'élève graduellement depuis l'aval jusqu'à l'amont suivant une inclinaison peu sensible d'abord, mais plus rapide ensuite, à mesure qu'elle s'approche de la limite de la partie maritime. Ces inclinaisons varient du reste d'une rivière à l'autre selon la forme, le débouché et la pente de leur lit; elles deviennent plus fortes dans les parties du fleuve où il subit un rétrécissement notable et plus faibles dans les endroits où il s'élargit; une diminution dans l'inclinaison se constate aussi d'ordinaire lorsque la largeur du lit reste faible sur une longue étendue (1).

(1) Voici comment Stessels s'exprime, à ce sujet, dans son mémoire sur les marées de l'Escaut :

« Dans tout le parcours du fleuve, nous avons remarqué que les rétrécissements élèvent le niveau de la marée haute; mais en même temps, puisqu'ils forment un obstacle à la propagation de la marée, ils en diminuent l'amplitude dans la partie amont du fleuve, où la marée reste au-dessous du niveau qu'elle atteindrait, si l'obstacle n'existait pas. C'est surtout à Liefkenshoek que cet effet se fait sentir; jusqu'en cet endroit, l'amplitude de la marée avait toujours été en croissant régulièrement à cause de la forme du fleuve qui, bien qu'irrégulière, ne s'était rétrécie que progressivement. Mais entre les forts de Lillo et Liefkenshoek, le profil se rétrécit tout d'un coup à 710 mètres entre les laisses de basse mer, et la cote des marées hautes moyennes qui n'était que de 4^m,07 à Doel y devient 4^m,18 ».
(*Annales des Travaux publics*, t. XXI, p. 352).

Il tombe sous le sens que les variations brusques dans le cours des rivières, sont des obstacles à la libre expansion de la marée. Ces obstacles ne peuvent être franchis sans perte de force vive et, dès lors, le flot fait sentir d'autant plus loin ses effets dans le lit d'une rivière que ce lit est plus régulier de forme et de sections. Si ces sections décroissent progressivement et suivant une loi bien en rapport avec la diminution de la force vive de l'onde marée à mesure qu'elle s'avance vers l'amont, cette onde pourra atteindre évidemment son maximum de parcours en conservant sa plus grande amplitude.

Lieu géométrique des basses eaux. — Si l'on réunit par une ligne continue les points les plus bas qu'occupe une onde marée remontant un fleuve, on obtient le lieu géométrique des basses eaux qui, comme celui dont il a été question ci-dessus, n'est qu'une courbe fictive et idéale.

Sauf dans quelques rares exceptions où le lieu des basses eaux présente, près de l'embouchure, une légère pente de l'aval vers l'amont, cette ligne s'élève suivant une inclinaison qui est d'autant plus faible et plus continue que le lit du fleuve est mieux formé et plus régulier ; elle a alors la forme paraboïdale et sa concavité est tournée vers le haut. S'il s'agit, au contraire, d'un lit défectueux, obstrué par des barres et des hauts fonds, la courbe change d'allure et parfois, comme pour la Seine, devient convexe vers le haut. Si des travaux d'amélioration bien conçus sont effectués sur le fleuve, le lieu géométrique des basses eaux s'abaisse vers le haut et comme, d'autre part, la régularisation a pour effet de faciliter le cours du flot vers l'amont, les deux actions combinées font remonter la limite de la marée dans l'intérieur des terres.

Quel que soit le lit, la hauteur des basses eaux,

sur la partie maritime des fleuves, dépend, à la fois, de l'amplitude de la marée et du plus ou moins d'abondance des eaux débitées par le fleuve. Si le débit est faible et supposé constant, l'examen des lieux géométriques des basses eaux de deux marées dont l'une de vive eau et l'autre de morte eau fait voir que le lieu des eaux basses de la première de ces marées est inférieur à celui de la seconde, sur une certaine longueur à partir de l'embouchure et supérieur sur le reste de la longueur de la partie maritime.

Il doit évidemment en être ainsi pour la section inférieure puisque le niveau des basses eaux y est déterminé surtout par celui des marées. Dans la section supérieure, le lieu géométrique des basses mers de vive eau est placé au-dessus de celui des basses mers de morte eau, à cause de la plus grande quantité d'eau introduite en vive eau pendant la marée montante. Le jusant doit conséquemment alors faire écouler un volume d'eau plus considérable, et comme cet écoulement se fait à peu près dans le même temps, quelle que soit l'importance de la marée, les basses eaux doivent rester plus élevées en vive eau qu'en morte eau dans cette partie du fleuve.

Si le débit des eaux fluviales n'était pas le même en vive eau et en morte eau, le point d'intersection des lieux géométriques se déplacerait. Il se rapprocherait de l'embouchure ou de l'amont selon que le débit des eaux supérieures serait en vive eau plus fort ou plus faible qu'en morte eau : En tous cas, il ne peut jamais arriver que les deux lieux géométriques ne se rencontrent pas.

Examen détaillé de l'onde marée. — Après ces considérations générales et ces définitions, il convient de reprendre l'étude détaillée des particularités que présente l'onde marée et dont on peut tirer des indications utiles pour la rédaction de projets d'amélioration.

Division de l'évolution entière de l'onde marée fluviale en cinq périodes. — Dans l'évolution entière de l'onde marée fluviale, il faut distinguer cinq périodes pendant lesquelles les phénomènes qui se présentent sont différents :

La première s'étend du moment où l'onde commence à s'introduire dans le fleuve jusqu'à celui où l'étale de jusant arrive à l'embouchure.

La deuxième période est comprise entre les instants où ont lieu à l'embouchure l'étale de jusant et la pleine mer.

La troisième période est comprise entre les instants où ont lieu la pleine mer et l'étale de flot.

La quatrième période commence au moment où l'étale de flot se produit à l'embouchure et se prolonge jusqu'à la fin du courant de flot.

La cinquième, enfin, commence à l'expiration du courant de flot et se prolonge jusqu'à ce que l'onde ait accompli son évolution et disparaisse à la limite de la partie maritime du fleuve.

Première période. — Avant jusant. — Nous supposons que la mer soit arrivée à son point le plus bas, et nous allons examiner les phénomènes qui vont se passer successivement dans cette section et qui se reproduiront d'ailleurs d'une manière plus ou moins complète dans les autres sections placées à l'amont; nous désignerons par Q le produit des eaux du fleuve pendant un temps t .

Dès que la marée montante commence à se manifester, l'exhaussement des eaux de la mer produit un exhaussement analogue dans le fleuve et ce dernier continue à déverser ses eaux comme précédemment, mais en moindre quantité pour un même temps.

Si nous supposons qu'au bout d'un temps t , l'onde marée ait pris la position BC (pl. IV, fig. 1), le débit

de la rivière ne sera plus Q , mais Q diminué du volume représenté par GBC , de sorte qu'en représentant par P ce débit on aura :

$$P = Q - GBC. \quad (1)$$

Au bout d'un nouveau temps t , l'onde se sera accrue de $ECFE$ et l'on aura, en continuant à représenter le débit variable par P :

$$P = Q - BEFC.$$

Ou bien, si l'on désigne par D la distance moyenne qui, pendant le temps t sépare l'embouchure de la tête du flot,

L la largeur moyenne du lit du fleuve sur la distance D ,

A l'augmentation de la hauteur moyenne du flot pendant le temps t ; autrement dit la distance moyenne qui sépare les deux positions de la surface supérieure du flot à l'origine et à la fin du temps t , on aura la relation :

$$P = Q - DLA.$$

Les choses pourraient se passer ainsi indéfiniment, c'est-à-dire que, malgré la marée, le fleuve continuerait à déverser toujours une certaine quantité d'eau dans la mer, et, en réalité, il en est parfois ainsi, pour certains fleuves, à l'époque des grandes crues; il en est toujours ainsi, quel que soit le débit, pour certaines sections placées non loin de la limite de la partie maritime et où la marée ne se manifeste que par un simple relèvement du niveau; mais, en général et en restant dans la section de l'embouchure, il arrive bientôt un temps où l'on a

$$DLA = Q,$$

(1) Cette expression n'est autre chose que la formule de Hübbe, v. § 3.

l'eau est alors sans vitesse à l'embouchure et l'on dit qu'il y a *étale de jusant*.

Nous désignerons par *avant jusant* la partie de l'onde marée qui est alors engagée dans le fleuve.

Le temps qui s'écoule entre l'instant de la basse mer et celui où se produit l'étale de jusant est, comme on le comprend, très variable ; pour donner une idée du retard de l'étale de jusant sur l'heure de la basse mer, nous dirons que, dans la marée du 9 septembre 1858, l'étale de jusant n'a eu lieu à l'embouchure de la Loire que 30 minutes après le commencement de l'exhaussement des eaux. Sur la Gironde à Blaye, on l'estime à 36 minutes. La détermination exacte de ces chiffres présente d'ailleurs assez de difficultés, à cause du temps assez long pendant lequel les courants paraissent n'exister ni dans un sens ni dans l'autre. Entre le moment où l'on cesse d'apercevoir le courant de jusant et celui où apparaît le courant de flot, il s'écoule un certain temps. C'est ce que l'on appelle la *durée de l'étale de jusant*.

Deuxième période. — Flot. — La marée continuant à monter et l'ascension de l'eau, comme la vitesse d'introduction, étant supposée devenir de plus en plus rapide, au bout d'un nouveau temps t , on aura toujours

$$P = Q - DLA;$$

mais ici P devient négatif, c'est-à-dire que c'est l'eau de la mer qui s'introduit dans le fleuve et la quantité introduite est représentée par

$$P = DLA - Q.$$

La même équation continuera à être applicable jusqu'à ce que la pleine mer arrive à l'embouchure.

Mais examinons la chose d'un peu plus près :

Représentons par $GH'IO$ (pl. IV, fig. 2), la quantité

d'eau qui s'est introduite dans le fleuve au bout du temps t .

Pour que cette introduction ait pu avoir lieu, il faut que l'eau de la mer ait repoussé devant elle le volume $GHIO$, qui est venu se placer en $O'I'RO'$; l'étalement de jusant qui se manifestait en H est venue se placer en R et le volume invariable de l'intumescence qui se trouvait en amont du plan GH est venu se placer en avant du plan $O'R$; d'un autre côté, le fleuve continuant à amener son volume Q , il est nécessaire que $O'I'RO'$ soit égal à Q .

Le même raisonnement pourra s'appliquer jusqu'au moment où l'onde aura atteint son maximum de hauteur.

Lorsque l'époque de l'avant jusant est dépassée, on voit donc que le courant qui remonte le fleuve se compose de deux parties, l'une $O'I'RO'$ que la mer repousse vers l'amont et qui est le débit du fleuve depuis l'époque de l'étalement de jusant et l'autre, $GH'IO$, formée d'eau provenant de la mer. Nous désignerons la première, formée exclusivement d'eau douce, sous le nom d'*avant flot*; la seconde sera, par suite, désignée sous le nom d'*arrière flot*.

Troisième période. — La deuxième période est caractérisée par ce fait que le mouvement du flot, qui se fait de l'embouchure vers l'amont, résulte de la pente que la surface prend dans cette direction.

Dans la troisième période, au contraire, le volume d'eau qui s'introduit dans le fleuve est dû à l'inertie de la masse en mouvement, et l'introduction continue jusqu'à ce que la pente vers l'aval soit devenue assez forte pour détruire la force vive dont les eaux sont animées.

Si, pour cette période, on désigne par D' , L' , A' les quantités qui, pour le perdant, correspondent aux quantités D , L , A prises sur le gagnant, on aura

$$P = DLA - D'L'A' - Q.$$

Lorsque le terme positif du second membre sera égal à la somme des deux termes négatifs, le débit sera nul et il y aura *étale de flot*.

Quand l'étale de flot se produit, les eaux se sont donc déjà abaissées d'une certaine quantité.

Lors d'une observation de M. Partiot sur la Seine, les eaux étaient déjà descendues d'un mètre lorsque l'étale de flot s'est produite.

Comme pour l'étale de jusant, la quantité dont les eaux s'abaissent, de la pleine mer à l'étale de flot, dépend de la hauteur de la marée, du volume des eaux débitées et de la longueur plus ou moins grande du lit maritime.

De même que pour l'étale de jusant, lorsque l'étale de flot se produit, le courant de flot n'est pas immédiatement remplacé par le courant de jusant, l'intervalle qui s'appelle *durée de l'étale de flot* varie suivant les circonstances; elle est, en général, de 10 minutes sur la Seine. Quelquefois elle est nulle, et parfois elle s'élève à 20 et 25 minutes. Sur la Gironde, les étales de flot durent moyennement 24 minutes à l'embouchure, 14 minutes à Blaye et 10 minutes au bec d'Ambès.

Quatrième période. — Arrière jusant. — C'est au moment où l'étale de flot se produit à l'embouchure que commence la quatrième période de la marée fluviale et cette période se prolonge jusqu'à ce que la basse mer reparaisse au même lieu.

Le courant ayant alors changé de direction, la formule du débit à l'embouchure est donnée par

$$P = D'L'A' + Q - DLA.$$

Lorsque $D'L'A'$ devient égal à DLA , P redevient égal à Q , comme lors de l'étale de jusant, c'est un point im-

portant à noter, parce que c'est celui où le flot cesse de croître ; celui-ci n'acquiert donc pas son maximum à l'étalement du flot, mais quelque temps après que cette étalement est passée. A partir de cette hauteur, le volume du flot diminue et le débit va en augmentant dans une certaine mesure jusqu'à ce qu'il atteigne son maximum avec *DLA* et il diminue ensuite pour redescendre à *Q* lors de la mer basse.

Dans tous les cas, les eaux qui s'écoulent dans la mer depuis l'étalement du flot à l'embouchure jusque l'étalement de jusant au même lieu se composent :

1° De tout le volume introduit par la mer dans le fleuve et constituant l'arrière flot à l'époque de l'étalement du flot ;

2° Du débit du fleuve pendant l'évolution complète de l'onde marée d'une basse mer à l'autre, soit le double du volume qu'aurait débité le fleuve, dans le même temps, si la marée n'avait pas existé.

Le flot, au contraire, ne renferme que la quantité d'eau introduite dans le fleuve, augmentée du débit de celui-ci depuis le moment où se produit l'étalement de jusant jusqu'à celui où arrive l'étalement du flot et d'une partie de ce débit formant la différence entre *DLA* et *D'LA'*.

Le courant d'arrière jusant, qui règne pendant la quatrième période, a, en général, une importance bien plus considérable que celui qui occupe la partie antérieure de l'onde ; il augmente sans cesse de longueur à mesure que l'onde marée s'avance vers l'amont, et, pour la plupart des fleuves à marée, il finit par occuper seul, pendant un temps plus ou moins long, l'étendue totale de la partie maritime du fleuve.

Comme on vient de le voir, il existe, sur la partie maritime des fleuves, à tous les instants de l'évolution de la marée fluviale, des courants de flot et de jusant,

ou au moins de jusan ayant différents caractères et étant diversement répartis sur le fleuve, suivant la position de l'onde marée fluviale.

Nous appellerons *zones de flot et de jusan* les parties du fleuve occupées, à un instant donné, par l'un ou l'autre de ces courants. La longueur de la zone de flot est très variable aux différentes époques de la marée fluviale.

Pendant les trois premières périodes de cette marée, c'est-à-dire jusqu'au moment où l'étalement de flot a lieu à l'embouchure, la zone de flot, limitée à l'aval par l'embouchure et à l'amont par l'étalement de jusan, augmente sans cesse de longueur, car l'étalement de jusan s'avance alors constamment dans le fleuve, comme la tête du flot qu'elle suit à une distance qui dépend du débit du fleuve à l'époque des eaux basses et du temps qui s'écoule entre l'instant de ces eaux basses et celui de l'étalement de jusan.

Pendant la quatrième période de la marée fluviale la zone de flot diminue au contraire sans cesse de longueur jusqu'à ce qu'elle finisse par disparaître tout à fait ; l'étalement de jusan se confond alors avec l'étalement de flot.

La durée du flot en chaque lieu suit la même règle ; elle est d'autant moindre que le lieu que l'on considère est plus éloigné de l'embouchure et la durée du jusan augmente dans une proportion inverse.

Cinquième période. — Au moment où le flot disparaît, le jusan règne sur toute l'étendue de l'onde. L'onde marée, cependant, quoique près de son terme, n'a pas encore pris fin, elle continue sa marche en avant jusqu'à ce qu'elle se soit complètement effacée.

Pendant cette dernière période, il n'y a plus, selon l'expression de M. Bazin, qu'une simple transmission successive de mouvement. Chacune des tranches d'eau

contenues dans la rivière, au moment où elle est atteinte par le mouvement de propagation, se soulève graduellement, puis redescend en passant par les mêmes positions et rentre dans le repos après avoir communiqué ce mouvement à la tranche suivante.

C'est dans cette cinquième période seulement que l'onde marée peut être complètement assimilée aux ondes de translation étudiées par Scott Russel.

Particularités que présente l'onde marée selon la longueur du lit maritime. — Si la longueur de la partie maritime est suffisante, il peut très bien se faire que l'onde marée n'ait pas terminé son évolution avant qu'il se présente une nouvelle onde à son embouchure et même que celle-ci soit suivie de plusieurs autres.

Sur l'Amazone, par exemple, dont la partie maritime a une longueur d'environ 1,000 kilomètres, il paraîtrait que l'on constate simultanément sept ou huit ondes marchant à la suite les unes des autres avec les mêmes intervalles de temps que pour les ondes de la mer, mais, quant à la distance, se rapprochant de plus en plus à mesure qu'elles avancent vers l'amont.

Sur l'Escaut, le sommet de l'onde marée arrive généralement à Gand, lorsque la basse mer se produit à Flessingue.

En France, la Garonne est le fleuve dont la partie maritime a le plus de longueur, et cependant une onde marée y a toujours fini son évolution avant que l'onde suivante commence à s'introduire dans le fleuve. Pendant la marée de vive eau du 19 septembre 1876, l'onde marée s'est effacée sur ce fleuve 1^h,32' avant l'entrée de l'onde nouvelle et à 148 kilomètres de l'embouchure.

Sur l'Adour, pendant la même marée, l'onde marée s'est effacée 5^h,47' avant l'entrée de l'onde suivante et à 86 kilomètres de l'embouchure.

Ces derniers renseignements sont empruntés à Comoy ; nous supposons que, par le mot effacé, il a entendu la cessation du courant de flot. Il ne paraît pas que, sur les fleuves qu'il cite, la marée s'efface jamais complètement, sinon le lieu géométrique des basses mers de vives eaux ne couperait jamais celui des mortes eaux, mais irait le rejoindre vers la limite de la région maritime. La cinquième période de la marée à laquelle se rattache sa disparition complète ne paraît pas, du reste, avoir beaucoup attiré, jusqu'ici, l'attention des observateurs.

- *Conséquences de la présence simultanée de deux marées dans un fleuve.* — Si, ainsi que cela a lieu pour l'Escaut, nous supposons que la basse mer soit arrivée à l'embouchure et que la marée existante présente la figure *BFC* (pl. IV, fig. 3) dans laquelle *BC* est le lieu géométrique des basses eaux, lorsque la nouvelle marée aura pris la figure *HIK*, l'ancienne affectera la forme *KFC'* ; toute l'eau de cette dernière, en aval de *K*, sera entrée dans la marée nouvelle de même qu'une partie de ses eaux située en amont de ce point ; l'avant flot qui, dans le cas de l'effacement complet, n'aurait dû contenir que de l'eau appartenant au débit du fleuve, contiendra aussi une partie du volume appartenant à la marée précédente. Une marée préexistante produit ainsi absolument le même effet qu'un accroissement de débit. C'est là un point très important à considérer dans l'amélioration des rivières à marée.

Particularités que présente la marée dans la partie supérieure du lit maritime. — Comme nous l'avons déjà dit, la limite supérieure du lit maritime est loin d'être un point invariable. Lors des crues, cette limite se rapproche notablement de l'embouchure ; lors de l'étiage des eaux d'amont, elle s'en éloigne au contraire.

Il en est évidemment de même en ce qui concerne le lieu où se produisent les étales. La région où se manifeste l'étales de jusant, lors des crues, est particulièrement intéressante à considérer ; nous avons, en cet endroit, lors de la marée haute, deux grands courants qui luttent l'un contre l'autre et qui cherchent à se frayer un passage l'un à droite l'autre à gauche, ce qui fait que les berges y sont très exposées à être corrodées. D'un autre côté, lors des crues, les eaux d'amont charrient ou transportent une quantité de détritus, à cause de la forte vitesse dont elles sont animées ; cette vitesse prenant fin à l'endroit où se produit l'étales, il y a une tendance marquée à ce qu'il s'y produise des atterrissements ; c'est ce que l'on appelle la *barre supérieure* en opposition avec la *barre inférieure* que l'on rencontre en deça ou au delà de l'embouchure.

D'un autre côté, les marées, comme on le sait, ne sont pas constantes, les unes sont plus fortes que les autres et il est évident que, pour une même situation des eaux d'amont, la limite de la partie maritime dépendra de l'importance de la marée à l'embouchure.

Après une forte marée, on constatera aussi que celle qui la suit aura une hauteur relativement moindre, à cause des eaux qui seront restées de la marée précédente et qui produiront l'effet d'une crue par rapport à la marée suivante.

Les grands vents exercent aussi une influence considérable sur la hauteur de la marée dans la partie supérieure du lit maritime, et ce, d'autant plus que leur direction se rapproche davantage de celle du fleuve, surtout de la partie inférieure. Lorsqu'une marée tempétueuse arrive en même temps qu'une crue, il se produit en amont, une surélévation qui, relativement, dépasse de beaucoup celle qui se produit en même temps à l'embouchure, et, malgré la crue, la

limite supérieure du lit maritime en est reculée de bon nombre de kilomètres dans l'intérieur du pays.

Remarques sur les courbes instantanées. — C'est un fait d'observation que les courbes instantanées, relatives à la marée montante sont d'autant plus déliées et la convexité qu'elles présentent est d'autant moins accentuée que le lit est mieux constitué. On peut, pensons-nous, s'en rendre compte par la formule de M. Boussinecq qui donne l'expression de la vitesse de propagation d'une tranche, considérée isolément, de l'onde de translation. Cette formule est la suivante :

Le carré de la vitesse de propagation d'une tranche de l'onde est égal, à un instant donné quelconque, au produit de la gravité par la somme : 1° de la profondeur primitive ; 2° d'une fois et demie la hauteur actuelle de la partie considérée de l'intumescence ; 3° de la courbure qu'affecte la surface libre multipliée par l'inverse de la même hauteur et par le tiers du cube de la profondeur primitive.

Ce qui s'exprime par la formule

$$V^2 = g \left(H + \frac{3}{2} h + \frac{H^3 d^2 h}{3 h dx^2} \right)$$

dans laquelle V exprime la vitesse de propagation, H la profondeur primitive de l'eau, eth la partie de l'intumescence que l'on considère.

Il serait difficile de faire une application numérique de cette formule ; elle nous donne seulement l'expression d'une loi. Le principe de la moindre action applicable aux forces naturelles demande que l'onde revête à chaque instant la forme qui peut le mieux assurer sa propagation eu égard aux résistances qu'elle rencontre ; si, en un point quelconque, elle rencontre une grande résistance, elle y augmentera sa courbure, de manière à créer une pente plus forte.

Une forte courbure en tête annonce que l'onde ne peut s'avancer qu'avec difficulté. Dans le cas d'une grande marée, la vitesse devant nécessairement être forte, il en sera de même de la courbure. Si, par une circonstance quelconque, la résistance venait à diminuer subitement, sans que l'onde eût le temps de modifier sa forme, il en résulterait une vitesse excessive et production du mascaret.

Des cas analogues à celui que nous venons de signaler se présentent d'ailleurs fréquemment. Si, par exemple, on établit un barrage fixe dans un fleuve, l'eau en mouvement prendra naturellement une forte courbure ; immédiatement en aval du barrage, le courant sera animé d'une grande vitesse ; un peu plus loin, il se produira une courbe concave, qui remplit une mission inverse à celle de la courbe convexe.

Vitesse du flot et du jusant. — Pour terminer cette étude de l'onde marée, nous ferons observer que les courants de flot et de jusant se meuvent suivant des lois très différentes.

M. le lieutenant de vaisseau Petit, à qui nous devons une belle carte de l'Escaut, a cherché à déterminer les vitesses et le débit de ce fleuve en divers points de son cours ; seulement, le moyen qu'il a employé est assez primitif, puisqu'il consiste à prendre les vitesses sur une seule verticale et à considérer les résultats obtenus comme applicables à toute la section transversale ; néanmoins, nous pensons que ces résultats, s'ils peuvent être difficilement admis quant à leur valeur absolue, peuvent être considérés comme suffisants pour donner une idée de la loi suivant laquelle les vitesses varient. Les figures 4 et 5, (pl. IV), représentent les vitesses relevées à 1 mètre de profondeur à Termonde de quart d'heure en quart d'heure, les temps étant pris pour abscisses et les vitesses par minute pour ordonnées.

Les figures 6 et 7 (pl. IV), donnent des résultats analogues pour la rade d'Anvers. On voit que les vitesses du courant de flot sont beaucoup plus variables que celles du courant d'ebbe ; à cause des résistances que le premier éprouve, la vitesse croît d'abord plus lentement, mais, dès que l'eau a pris la forme qui convient le mieux à sa propagation, la vitesse croît rapidement, pour décroître de la même manière lorsque la quantité d'eau versée dans le fleuve diminue ; la plus grande vitesse à Termonde a lieu 1^h,15' seulement avant marée haute, et elle est de 56 mètres par minute. Pour Anvers, la plus grande a lieu 1^h,30' avant marée haute, et elle est alors de 80 mètres par minute. Plus en aval, on trouverait sans doute des résultats plus considérables encore.

Il n'est pas rare, en effet, de trouver dans la partie inférieure des fleuves des vitesses qui dépassent 2 mètres par seconde lors des vives eaux ; la vitesse du courant de flot sur la Seine atteint 2^m,50 devant Honfleur et dépasse 3 mètres aux abords du méridien de Grestain (1).

§ 3. — JAUGEAGE DES RIVIÈRES A MARÉE.

L'ingénieur qui est chargé de dresser un projet d'amélioration de rivières à marée doit pouvoir déterminer, à chaque instant du flot et du jusant et pour toute portion quelconque de la région maritime d'un fleuve, les volumes d'eau qui sont reflusés vers l'amont ou qui descendent vers la mer.

Ces volumes servent tout naturellement de base à

(1) Ont principalement été consultés pour la rédaction de ce paragraphe : FRANZIUS, *Handbuch der Wasserbau* ; COMOY, *Étude pratique sur les marées fluviales*.

l'étude rationnelle des travaux à entreprendre pour l'amélioration du fleuve.

Ce ne sont plus les méthodes employées pour jauger le débit des rivières ordinaires qui sont applicables ; mais on peut déterminer la quantité d'eau cherchée en se basant sur la formule que Hübbe a employée pour le jaugeage de l'Elbe inférieure et qui, dans toute sa généralité, peut s'énoncer comme suit (1).

Dans un réservoir d'eau quelconque, le débit par la section d'aval est, pendant un temps donné, égal au volume d'eau amené par la section d'amont, augmenté ou diminué de la vidange ou du remplissage du réservoir pendant le même temps. — Ce principe est, en quelque sorte, un axiome qui se passe de démonstration, et le schéma (fig. 8, pl. IV), n'a pour objet que de mettre la vérité de cette proposition plus en lumière encore.

Le réservoir est limité à l'amont par la section *A*, et à l'aval par la section *D* ; son plafond est quelconque comme aussi sa surface supérieure limitée, sur le croquis, par une courbe en trait plein.

Si, au bout du laps de temps considéré, la surface a pris la forme indiquée en pointillé, et si nous désignons par *V*, *V*₁, *V*₂ les volumes compris entre les deux surfaces, il est évident que le remplissage *V* qui s'est effectué entre les sections *A* et *B* est dû à ce que *B* a débité moins que *A*. — En appelant *Q* le débit en *A*, il est passé dans cette section, dans un temps *t*,

$$\begin{array}{ll}
 & Qt \\
 \text{et en } B & Qt - V = Q_1 t \\
 \text{de même en } C & Q_1 t + V_1 = Q_2 t \\
 \text{et en } D & Q_2 t - V_2 \\
 \text{ou d'une manière générale,} \\
 \text{débit en } D = & Qt - \Sigma \pm V \quad (1).
 \end{array}$$

(1) HÜBBE. *Einige Wasserstandsbeobachtungen im Flutgebiet des Elbstromes*. Hambourg. 1841.

Les volumes V peuvent s'exprimer en fonction des surfaces supérieures du liquide décomposées en surfaces élémentaires, celles-ci étant multipliées respectivement par les dénivellations du liquide qui leur correspondent, positives ou négatives, suivant qu'elles sont comptées au-dessus ou au-dessous de la surface primitive. — Ainsi, si nous désignons par

$$S^1, S^2, S^3, S^4 - S_1, S_2, S_3, S_4 - S', S'', S'''$$

les surfaces élémentaires précitées, et par

$$h^1, h^2, h^3, h^4 - h_1, h_2, h_3, h_4 - h', h'', h'''$$

les dénivellations correspondantes, on peut écrire la formule (1) sous la forme

$$Qt - \Sigma \pm Sh \quad (2),$$

et le principe précédemment énoncé s'exprime dès lors comme suit :

Dans un réservoir d'eau quelconque, le débit par la section d'aval est, pendant un temps donné, égal au volume d'eau amené par la section d'amont, augmenté ou diminué de la somme des produits obtenus en multipliant la surface des eaux du réservoir décomposée en surfaces élémentaires par les dénivellations se rapportant respectivement à chacune de celles-ci pour le temps considéré.

S'il s'agit de rivières à marée, dans lesquelles plusieurs ondes ne peuvent se propager simultanément, et de jauger les eaux passant, dans un instant donné, par une section déterminée, le principe général se simplifie, le schéma fig. 8 devient le schéma fig. 9, également pl. IV, dans lequel le fond du réservoir est le plafond de la rivière, les surfaces supérieures correspondent aux courbes instantanées de marée au point déterminé, le débit Q est le débit propre du fleuve et de ses affluents.

La formule n° 1 donnant le débit devient

$$Qt = \Sigma \pm (V_1 - V - V^2) \quad (3)$$

et la formule n° 2

$$Qt = \Sigma \pm Sh \quad (4).$$

Elle peut s'énoncer comme suit :

Dans la partie d'une rivière influencée par la marée, le débit en une section transversale déterminée est, pendant un temps donné, égal au volume d'eau débité par le bassin de cette rivière, augmenté ou diminué de la somme des produits obtenus en multipliant la surface des eaux de la rivière en amont du profil considéré, décomposée en surfaces élémentaires, par la dénivellation qu'a subie chacune de ces surfaces sous l'action de la marée pendant le temps considéré.

Le problème de la détermination des volumes d'eau passant en une section quelconque de la partie maritime d'une rivière à marée est ainsi ramené à des recherches fort élémentaires et qui consistent à observer les élévations et les décroissances de la marée dans la section considérée, et à déterminer des surfaces élémentaires S^1 , S^2 , etc.

Au moyen de marégraphes bien installés, convenablement espacés et de plus en plus rapprochés vers l'amont où les oscillations de la marée sont moins amples mais aussi plus irrégulières, on peut enregistrer graphiquement toutes ces oscillations, c'est-à-dire les valeurs h de la formule.

Pour obtenir les surfaces élémentaires S , il faut avoir levé avec un grand soin les profils de la rivière, de façon à connaître les largeurs de celle-ci, correspondant à chacune des valeurs h . — Le volume Sh (fig. 10, pl. IV), sera déterminé avec d'autant plus d'exactitude que la section S aura moins d'étendue

dans le sens de l'axe de la rivière, attendu que les volumes V, V_1 à déterminer sont limités par des surfaces courbes, que, dans la méthode employée, l'on remplace par les surfaces polygonales qui y sont inscrites.

Le volume Q , représentant le débit complet du bassin de la rivière, peut se déterminer par les moyens de jaugeage ordinaire ou par une méthode encore plus simple indiquée ci-après.

En calculant dans chaque station marégraphique et pour des intervalles de temps réguliers et continus les volumes débités,

$$Qt = \Sigma \pm Sh,$$

on peut tracer des *courbes instantanées de débit* pour toute la partie maritime considérée. — D'autre part et pour une station déterminée, en prenant pour abscisses les laps de temps t et pour ordonnées des longueurs proportionnelles aux volumes débités pendant ces laps de temps, on formera des *courbes locales de débit*.

Les surfaces limitées par ces courbes locales donnent pour une marée complète et dans la station considérée le volume total du flot et celui du jusant.

Répétant chaque jour et pour chaque station marégraphique de pareilles observations, on arrive à déterminer le volume des marées aux vives eaux, aux basses eaux et pour chaque âge de la lune, les volumes moyens hebdomadaires, mensuels et annuels. Ces derniers surtout ont une grande importance, si l'on veut juger de la puissance hydrométrique dont on dispose pour entretenir et maintenir dans leurs formes les sections de la rivière.

Pour arriver à déterminer les volumes moyens, il convient évidemment de supprimer tous les résultats anormaux, tels que ceux obtenus pendant des crues,

des ouragans, des débâcles, etc. On ne s'appuie donc que sur des résultats obtenus dans des conditions normales et régulières.

Détermination de Q. — Jusqu'à présent on a déterminé la quantité Q en jaugeant la rivière en amont de sa partie maritime et en y ajoutant le débit des affluents; mais l'observation des marées fournit un procédé beaucoup plus simple et nous le croyons aussi plus exact. Le procédé consiste à observer la durée de l'étalement de jusant ou de celle de flot. Pendant chacune de ces deux étales, en effet, il n'entre ni ne sort de l'eau de la rivière; le volume qui s'y accumule est donc le débit de la rivière elle-même; en résumé donc la méthode indiquée par Hübbe pour déterminer le volume qui s'introduit dans une rivière lors du flux ou qui s'écoule lors du reflux, peut s'appliquer également à la détermination de la quantité Q que la méthode suppose connue.

Si les opérations sont bien faites, les résultats obtenus par l'observation de la durée de l'étalement de flot et de celle de jusant ne doivent pas cependant donner exactement le même résultat, et, pour exprimer notre pensée à ce sujet, nous emprunterons deux figures (voir fig. 11 et 12, pl. IV), à l'ouvrage de Dalmann (1) où les dimensions sont d'ailleurs exagérées à dessein. Dans la première de ces figures $PfKB$ sera le lieu géométrique des basses mers et FeB le lieu géométrique des hautes mers; $ingeb$ sera la courbe instantanée au moment où se produit l'étalement de jusant et $hgfd a$ la courbe instantanée à la fin de l'étalement; or, pendant cet intervalle, le volume dont s'est grossie la rivière se compose de $hgvi$, diminué de $gfde$ et augmenté de $dcab$. Pour les fleuves où il n'existe à la fois qu'une

(1) *Ueber Stromcorrectionen im Flutgebiet*. Hambourg, 1856.

seule marée, cette dernière quantité sera nulle et le point *e* sera en contre-bas du lieu géométrique des hautes mers.

Si nous considérons au contraire l'étales de flot, la figure sera semblable au n° 12 de la pl. IV, dans laquelle le point *D* sera généralement au-dessous du lieu géométrique des hautes eaux et le volume cherché se composera de *LEVO* diminué de *VDRS*.

Les deux volumes que l'on aura trouvés ne seront pas rigoureusement égaux, parce qu'en réalité le débit de la rivière ne se compose pas uniquement de celui qui est propre au bassin du fleuve, mais de l'eau qui est restée de la marée précédente et qui s'écoule peu à peu et évidemment d'une manière plus rapide au commencement de la marée nouvelle qu'à la fin ; le débit obtenu par l'observation de la durée de l'étales de jusan devra donc être plus fort que celui obtenu par l'observation de l'étales de flot. On peut observer aussi que pour un motif semblable chacun de ces volumes devra être plus fort que celui que l'on obtiendrait en jaugeant la rivière et ses affluents en amont de la partie maritime, quand même celle-ci ne recevrait pas d'eau qui aurait échappé au jaugeage ; or, comme, dans les calculs à faire pour rédiger un projet d'amélioration, c'est la quantité réellement en mouvement dans le fleuve dont on a besoin, il en résulte que le jaugeage fait au moyen de l'observation des étales donne des résultats plus utiles que celui obtenu par des opérations faites en dehors de la partie maritime.

Les calculs que nous venons d'indiquer conduisent à déterminer la courbe instantanée de la marée au moment où se produit l'étales de jusan et la courbe instantanée au moment où se produit l'étales de flot. Le cube correspondant à l'intervalle compris entre les deux courbes se compose de la quantité d'eau qui a

pénétré de la mer dans le fleuve augmentée du débit du fleuve pendant tout le temps qu'a duré l'introduction ; la seconde de ces quantités étant connue, on pourra par conséquent déterminer la première.

Nous observerons enfin que lorsqu'une nouvelle marée se produit dans un fleuve, tout ce qui reste de la marée précédente et qui continue à descendre est incorporé dans l'onde marée et ramené en amont. Il pourrait donc se faire qu'un flotteur jeté dans une rivière à marée à l'extrémité de la partie maritime n'arrivât jamais dans la mer.

§ 4. — DÉFECTUOSITÉS DES LITS MARITIMES.

Nous avons déjà dit, d'une manière générale, que le signe distinctif d'un lit bien conformé se trouve dans la facilité avec laquelle l'onde marée et le courant de flot se propagent vers l'amont, sans rencontrer d'autre obstacle que la pesanteur et le frottement contre le lit et sans éprouver de déperdition brusque dans les quantités de force vive dont ils sont animés.

Dès lors, toute correction faite à la partie maritime d'un fleuve, tout travail d'amélioration devra, s'il est bien compris et s'il est efficace, faciliter la propagation de l'onde marée et, comme conséquence, il devra aussi augmenter et régulariser la puissance des courants, c'est-à-dire ceux de flot et de jusant ainsi que leur action sur le lit du fleuve. Cette action creusera le lit et lui donnera non seulement une profondeur plus grande, mais encore entretiendra dans leur forme les sections approfondies et régularisées.

Les principaux obstacles qui contrarient le jeu des marées et entravent leur action dans le chenal d'une rivière maritime sont notamment les sinuosités trop grandes, les coudes et changements brusques de direc-

tion, les îles, bancs de sable et atterrissements qui arrêtent et divisent les courants, les hauts-fonds, les étranglements, les excédents de largeur et, enfin, les irrégularités dans les profils en travers, dans la pente du lit et dans la forme des rives.

Aucun de ces obstacles ne peut être franchi par l'eau en mouvement sans absorber, sans détruire une quantité de force vive plus ou moins grande et sans épuiser partiellement l'énergie du courant.

Les grandes sinuosités ont le grave défaut d'allonger la distance des ports intérieurs à la mer et de s'opposer à ce que la limite du lit maritime ne s'étende plus avant dans les terres.

A la traversée des méandres de fortes courbures le flot, comme le jusant, du reste, éprouve une réduction de puissance. Non seulement les courants en se jetant sur la rive concave la corrodent et y créent un chenal souvent mal placé, mais ils provoquent ensuite, lorsqu'ils se rejettent sur la rive opposée, le dépôt des matériaux entraînés qui forme des bancs et des hauts-fonds nuisibles à la navigation.

Si les coudes trop brusques présentent un grand défaut, les parties rectilignes ne doivent pas non plus être considérées comme avantageuses. Un ensemble de courbes de grands rayons, dit à ce sujet M. Caland, disposées régulièrement les unes à la suite des autres est la forme la meilleure pour les rivières à marée, parce que, dans un lit de ce genre, le courant suivra toujours la direction qui lui est tracée sans que l'on ait à craindre les déplacements du chenal et les atterrissements qui en sont la suite.

Si l'on adoptait un tracé en ligne droite, on n'aurait aucune garantie contre les déplacements du chenal qui, par suite de diverses circonstances, se dirigerait tantôt à droite et tantôt à gauche, provoquant à

chaque changement de direction, la formation de hauts-fonds et la corrosion des berges (1).

Lorsque la rivière coule dans le sens du méridien, des inconvénients tout à fait semblables se produisent par suite de l'accélération du mouvement de rotation de la terre depuis le pôle jusqu'à l'équateur ; l'un des courants, celui qui vient du nord, tend à se jeter contre la rive occidentale, tandis que celui qui vient du sud tend à se rapprocher de la rive opposée ; chacun d'eux tend ainsi à se créer son chenal particulier et à donner une largeur excessive à la rivière.

Dans les sections trop larges ou d'un profil irrégulier, les courants de flot et de jusant tendent aussi à s'ouvrir des chenaux différents et à se propager latéralement et parallèlement sur d'assez grandes longueurs. Ce n'est que lorsque la marée montante a atteint une certaine amplitude que l'eau de flot déferle au-dessus de la barre (2) qui sépare les deux chenaux et produit des agitations et des chocs qui entraînent des pertes considérables de force vive. On perd ainsi une partie de cette puissance si nécessaire pour creuser et entretenir un lit unique au maximum de sa profondeur et sous une forme régulière.

L'existence d'une ou de plusieurs fles dans la partie maritime d'un fleuve constitue certainement l'entrave la plus forte et la plus nuisible au jeu des marées. En venant se heurter, se briser aux extrémités de l'île, le

(1) CALAND. *Étude sur l'effet des marées*, p. 51.

(2) Ces barres sont ordinairement la conséquence d'un lit trop large qui ralentit la vitesse d'écoulement, et permet aux courants de flux et de reflux de créer deux thalwegs, dont la profondeur diminue progressivement et qui forment des impasses ou schaars séparés par un haut-fond ou barre, tandis que si les courants sont contenus dans un lit normal, ils doivent, lorsqu'ils se rencontrent, lutter jusqu'à ce que l'un domine l'autre et l'entraîne dans son mouvement de flux et de reflux. (Voir *Second rapport de la Commission de l'Escaut*, instituée le 15 mai 1873.

courant, qu'il monte ou descende, perd déjà une quantité de travail ; se divisant ensuite en deux courants distincts, il éprouve à se mouvoir dans deux lits différents et à vaincre les frottements d'un double profil beaucoup plus de résistance qu'il n'aurait à surmonter en se propageant dans un seul lit bien régulier et de section voulue.

Au point où les courants partiels se réunissent, une quantité de force vive considérable est absorbée par le choc des volumes d'eau animés de vitesses différentes et qui ne peuvent poursuivre leur cours qu'en prenant une vitesse commune. — S'il s'agit du courant de flot, et si l'île qui a divisé le courant a une grande étendue, ce courant peut se propager avec beaucoup plus de vitesse dans un bras du fleuve que dans l'autre. Dans ce cas, dont il existe plusieurs exemples, les deux parties du flot n'arrivent pas simultanément à l'extrémité de l'île ; celle qui est animée de la plus grande vitesse se divise à cette extrémité en deux volumes : l'un continue à remonter la pente du fleuve, l'autre contourne l'île, se jette dans le second bras du fleuve, y augmente le retard du flot et contribue puissamment à détruire une notable fraction de la force vive initiale.

Ce qui vient d'être dit des îles s'applique évidemment, toute proportion gardée, aux bancs de sable de toute dimension.

§ 5. — MOYENS A EMPLOYER POUR AMÉLIORER LES RIVIÈRES MARITIMES.

Les travaux d'amélioration exécutés dans la partie maritime des fleuves ont pour but principal d'augmenter la profondeur dans les passes où le mouillage est le plus faible, de faciliter ainsi le service de la navigation et de permettre aux navires de grande calaison d'avoir accès jusqu'aux ports intérieurs.

Il existe divers moyens de remédier aux déficiences des chenaux maritimes ; mais la multiplicité des conditions à remplir et la grandeur des forces naturelles dont l'action doit être régularisée, rendent le problème l'un des plus difficiles de l'architecture hydraulique et les solutions qui s'en dégagent demandent toujours à être appuyées sur les faits de l'expérience.

Sinuosités. — Les grandes sinuosités ne se rencontrent guère que dans la partie supérieure du lit maritime et, comme la largeur y est modérée, on peut y remédier en creusant une dérivation. Seulement, il est essentiel de ne livrer aux courants le lit rectifié de la rivière, qu'après l'entier achèvement des travaux, lorsque les sections transversales ont été creusées sous leur profil définitif. Sinon, il y aurait à craindre des désordres dans le lit maritime à l'aval du redressement dont les sections inachevées et insuffisantes formeraient un obstacle temporaire à la propagation des courants.

Ceux-ci, il est vrai, contribueraient à creuser les sections et à compléter le travail ; mais les terres entraînées se déposeraient à l'aval et créeraient un obstacle définitif qui pourrait aller en s'aggravant.

Il est non seulement utile de donner aux dérivations leur profil transversal définitif, mais encore de prolonger leur profil en long sur une certaine étendue à l'amont et à l'aval, pour former un raccordement convenable avec le profil général de la rivière.

S'il s'agit d'une dérivation projetée dans la partie extrême de la région maritime, le problème est compliqué et sa solution subordonnée à de nombreux éléments. Le but principal à atteindre n'est pas de donner de la profondeur, mais de créer une capacité aussi grande que possible à cette partie extrême du lit

maritime ; il faut y emmagasiner les eaux de flot pour que, ramenées par le jusant, elles servent à entretenir les passes du lit inférieur où l'on veut de grands mouillages.

Or, il se peut qu'une dérivation produisant un fort raccourcissement, supprime du même coup de grands espaces auparavant ouverts à la marée et, somme toute, soit nuisible au régime de la partie inférieure. De même, une dérivation dans un affluent peut être utile pour celui-ci, mais nuisible au fleuve principal.

Courbes. — Nous avons dit plus haut qu'il convenait d'éviter, autant que possible, les parties rectilignes. Le tracé des parties courbes n'est pas, du reste, une chose indifférente, et il est nécessaire d'y apporter certaines règles si l'on veut s'assurer toutes les chances de succès. Nous croyons que le meilleur modèle à suivre est celui qui a été employé sur la Garonne et qui y a très bien réussi ; la méthode consiste à faire varier graduellement les courbures et les largeurs du lit.

M. Lechallas cite à ce sujet les exemples suivants :

Au passage, en amont de Caudrot, le point où le thalweg conserve le plus de profondeur, à la traversée d'une rive à l'autre, se trouve entre Barie et Caudrot. La profondeur à l'étiage y atteint 4 mètres, tandis que les autres traversées se font par 1^m,70 ou 2^m,20 au plus pour les bonnes passes et par 0^m,90 pour les mauvaises. Or, cette meilleure traversée d'une rive à l'autre présente cette particularité que la largeur à l'inflexion y descend à 150 mètres, tandis que dans la courbe qui précède elle atteint 200 mètres dans le voisinage du sommet. Au sommet d'aval, où la courbure est très forte, la largeur est de 250 mètres.

A la passe de Mondiet, la largeur était, au sommet de la courbe, de 170 mètres ; à la traversée du thal-

weg, de 204; au sommet suivant, de 176. On la réduisit à 165 mètres au droit de l'inflexion; après un dragage sur une direction en harmonie avec le lit rectifié, la passe s'approfondit à 2^m,20 au-dessous de l'étiage et cette profondeur s'est toujours maintenue depuis sans dragage nouveau.

L'importance de la gradation des courbures se trouve ainsi bien établie.

On peut prévoir que les conditions de succès seront encore accrues lorsque les rives convexes seront plus développées que les rives concaves, conformément à ce qu'on a indiqué sur la figure 13, pl. IV.

On sent, en effet, que des dépôts tendent à se former le long des rives convexes. Si des courbures de ce genre existaient de part et d'autre de l'inflexion, on serait dans les meilleures conditions pour échapper au danger de ce passage. Repoussé des deux rives par leurs courbures convexes, le courant se concentrerait au milieu (1).

On peut soutenir sans doute que ces réductions de largeur donnent lieu à des pertes de force vive; cela est effectivement vrai; mais si l'ingénieur qui s'occupe de l'amélioration des rivières à marée doit être ménager de la force vive qu'il a à sa disposition, il faut aussi qu'il sache en sacrifier une partie quand la nécessité l'exige.

Bras. — Les bras de rivière mal placés et d'un accès difficile aux courants sont évidemment ceux qu'il faut supprimer et l'on peut dire qu'en règle générale, ce sont précisément les bras les plus faibles qui se trouvent dans ces mauvaises conditions, attendu que les courants ont été impuissants par eux-mêmes à s'y frayer et à y entretenir de larges sections. — Si le

(1) LAVOINNE. — *La Seine maritime et son estuaire*, p. 6.

fleuve se divise en deux bras d'importance presque égale, la suppression de l'un d'eux constitue un travail fort important.

En tous cas, c'est à l'amont que le bras à supprimer doit être barré. Il peut continuer alors et pendant longtemps à servir de réservoir et de bassin de chasse; il peut servir, en outre, à écouler les eaux des terrains riverains. — Si cependant le bras est condamné à s'envaser rapidement, s'il est d'une importance relativement trop faible pour que l'on puisse compter sur l'appoint de ses eaux, ou si d'autres raisons demandent sa fermeture complète et immédiate, on trouvera dans ce bras un lieu de dépôt tout indiqué pour les terres de déblai à provenir du bras conservé qui doit être élargi et approfondi.

Il est indispensable, en effet, de donner à ce dernier bras, dès qu'on barre le premier, une puissance d'écoulement en rapport avec l'importance des courants qui doivent s'y propager.

Rives. — Lorsqu'on est parvenu, au moyen de dérivations et de barrages, à donner au lit un tracé bien régulier, il faut encore donner aux rives une direction et une allure convenables. — Il importera, tout d'abord, d'établir une distinction complète entre le lit mineur limité au niveau des eaux basses et le lit majeur qui contient les plus hautes eaux.

Le lit majeur doit être vaste, contenir un volume d'eau aussi considérable que possible, et son tracé est assujéti à la seule condition de permettre à la marée de se propager sans obstacle. Mais comme les vitesses le long des rives de ce lit fort large et fort étendu sont relativement faibles, la régularité de ces rives ne doit pas être absolue comme celle des rives du lit mineur.

Le lit mineur enserre, en effet, le lit profond dans

lequel se propagent les plus grands courants. C'est dans cette partie du lit du fleuve que la marée marche avec la plus grande rapidité et doit trouver la moindre résistance.

Il faut donc que le lit mineur soit d'une parfaite régularité, que ses sections aillent graduellement en diminuant vers l'amont, à mesure que le volume et la puissance vive du flot vont en s'affaiblissant. Toute divagation du chenal doit être empêchée ; les courants de flot et de jusant doivent être concentrés dans une passe unique, et les eaux de la marée, après avoir pénétré vers l'amont aussi loin que possible et avec le maximum de leur volume, seront alors dirigées à leur descente dans un chenal unique qu'elles façonneront selon les nécessités de la navigation. C'est le programme à suivre pour utiliser la source de puissance que nous offrent les marées sous la forme de courants oscillatoires capables, s'ils sont bien dirigés, de creuser, d'affouiller et de maintenir à profondeur les estuaires maritimes.

Pour donner au lit mineur la fixité et la forme régulière dont la nécessité vient d'être démontrée, il est nécessaire, partout où une déviation du courant de flot ou de jusant est à craindre, d'empêcher ce déplacement au moyen de digues artificielles placées longitudinalement dans la rivière.

Ces digues se placent nécessairement à la limite du lit mineur et, pour que les courants s'y appuient sans déviation, elles suivent un tracé formé de courbes à grand rayon bien régulières et convenablement raccordées entre elles comme il est dit ci-dessus.

Dragage. — Un dernier moyen de régularisation auquel on a recours et parfois sur une grande échelle, c'est le dragage. — Il en a été fait un usage considérable en Angleterre et en Allemagne, et c'est, en

somme, le seul moyen dont l'application est possible dans les fleuves où le courant est trop faible et dans les voies maritimes artificielles comme les grands canaux créés dans ces derniers temps. — C'est donc un moyen fondamental de régularisation, mais auquel il ne faut recourir qu'en l'absence de tout autre moyen rationnel et pratique.

Pendant l'exécution des travaux de régularisation proprement dits, il est difficile d'éviter l'emploi des dragages qui peuvent aider puissamment à façonner le lit de la rivière et accélérer beaucoup l'action du courant. — Cette action serait, du reste, inopérante si le fonds à creuser était résistant et inaffouillable. Tel est le cas pour des bancs de galets, des couches d'argile, parfois même des couches de tourbe. Si le sol est plus résistant encore, c'est la mine qu'il faut employer et non plus le dragage ; c'est, du reste, ce qui a été fait en grand sur la Clyde et sur l'Hudson.

Enfin, pour un fleuve à grand trafic, le dragage peut être indispensable, même après une correction réussie. Il peut se produire, à la suite de grandes marées, de crues extraordinaires, de tempêtes, des atterrissements passagers dont le prompt enlèvement est indispensable pour éviter les réclamations du commerce. L'action du courant seul n'agirait pas assez vite et le dépôt serait d'ailleurs en état d'occasionner un embarras dans le chenal et peut-être un déplacement des courants.

En résumé donc, le dragage est un auxiliaire nécessaire ; il faut y recourir dans la moindre mesure possible ; mais en sachant l'employer d'une façon judicieuse et à propos, on prévient de graves difficultés et tout désordre dans le chenal.

§ 6. — RÉDACTION DU PROJET.

But à atteindre. — Le but que l'on se propose, en améliorant la partie maritime des fleuves, est d'augmenter la profondeur en proportion des besoins de la navigation, tout en maintenant les vitesses des courants dans des limites modérées pendant les diverses phases de la marée, mais suffisantes pour emporter les sables et les apports fluviaux et marins. Un point essentiel aussi est de réduire la dépense à son strict minimum, et, chaque fois que la chose est possible, de faire contribuer les travaux au bien-être général en facilitant l'assèchement ou l'irrigation des terres riveraines du fleuve et en offrant à l'agriculture toutes les surfaces de terrain séparées du fleuve après que les rectifications et les redressements reconnus nécessaires y ont été opérés.

Tracé du lit. — Les difficultés que rencontre la navigation sont dues, en partie du moins, à la mauvaise disposition que présente le plan de la rivière et dont l'exposé a été fait au § 4. Il semble inutile de revenir sur ce sujet qui a déjà été traité avec un certain développement.

Les modifications à apporter au tracé auront pour résultat, si elles sont bien faites, d'amener une augmentation de profondeur; mais celle-ci pourra continuer à être insuffisante dans bien des endroits où le tracé pourrait ne rien laisser à désirer.

Rétrécissements et dragages. — Dans ce cas, deux moyens d'accroître le mouillage s'offrent à l'ingénieur; draguer les hauts-fonds par machines, ou endiguer et rétrécir le lit dans le but de maintenir les courants dans une direction constante et de produire des vitesses

de flot et de jusant capables d'emporter les sables et les vases déposés sur le plafond du fleuve.

Digues. — Leurs formes et leurs dimensions. — Les digues peuvent, suivant les circonstances, être conçues et exécutées de diverses manières ; nous croyons devoir nous borner ici à en donner quelques exemples.

Les digues projetées pour la Weser par M. Franzius et qui doivent être employées uniquement dans les convexités du chenal, ont la disposition indiquée dans la figure 14, planche IV, pour une profondeur de 3 mètres. Les pierres étant rares dans cette partie de l'Allemagne, elles seront formées de tapis enrochés. Le couronnement seulement et le talus d'avant seront recouverts de pierres. La partie du lit en arrière de ces digues devant être remblayée, elles ne constituent, en réalité, qu'un mode de défense de rive.

Sur la Seine, on a employé, dans les cas ordinaires, un type semblable à la figure 15, planche IV, qui comporte un perré à joints incertains sur le talus du large et sur le couronnement, et un simple arrimage sur le talus du côté de terre. Une charpente rudimentaire protège le pied du perré, mais elle n'a pas été employée partout.

Le profil, figure 16, planche IV, a été adopté pour les réfections.

Le revêtement en béton du talus extérieur et de la risberme a pour but d'offrir au choc du mascaret une résistance suffisante. Le pied de la risberme est lui-même défendu soit par une ligne de pieux et palplanches, soit, comme l'indique la figure 16, par une ligne de pieux moisés à la tête avec bordages verticaux à l'intérieur. Ce dernier système est appliqué aux points où les affouillements ne sont pas autant à redouter qu'ailleurs.

Dans le cas où les affouillements ne sont pas à craindre, le parement extérieur bétonné ne se prolonge pas en risberme; son pied n'est alors défendu que par un enrochement, comme on le voit à la figure 17, planche IV.

Hauteur à donner aux digues. — Comme on le voit, on emploie des digues de diverses hauteurs; tantôt elles ne s'élèvent pas au-dessus du niveau de l'étiage et tantôt elles atteignent celui des hautes mers de vive eau; plusieurs ingénieurs prétendent que le niveau de la mi-marée est le meilleur.

Sur la Weser, les digues basses seront exclusivement employées. C'est du moins ce que prévoit le projet.

Les digues s'élevant à hauteur de mi-marée ont été recommandées par notre commission de l'Escaut; on les a aussi employées en partie sur la Tees et sur la Clyde.

Les digues s'élevant jusqu'à marée haute ont été employées sur la Seine et ont également très bien réussi. Il semble donc, au premier abord, que le projet peut être conçu indifféremment avec toute espèce de digue; il n'en est cependant pas tout à fait ainsi, du moment que l'on veut s'assurer toute garantie de succès.

Si nous reprenons la formule

$$P = DLA - Q$$

qui donne une expression de la quantité d'eau qui s'introduit dans le fleuve pendant la marée montante, nous voyons que pour que P soit le plus grand possible, il faut que chacun des facteurs qui composent son expression, atteigne son maximum. D , qui est la longueur de l'onde engagée dans le fleuve, sera d'autant plus grand que la profondeur sera plus considé-

nable, à cause de l'expression $V = \sqrt{2gH} - u$ qui donne la vitesse du flot. Cette profondeur étant donnée d'avance, il n'y a plus rien à changer à la valeur de D .

A est la distance qui existe au bout du temps t , entre deux courbes instantanées; elle dépend du degré de perfection qui sera apporté à l'amélioration de la rivière, mais on ne peut en faire aucun usage pour réaliser cette amélioration.

Il n'en est pas de même de la quantité L qui est la *largeur du fleuve au-dessus du lieu géométrique des basses eaux*; plus cette quantité sera grande, plus grande sera la quantité P , et comme le succès du travail dépend précisément de cette quantité P , il semble que la question devrait être considérée comme résolue en faveur des digues basses.

Considérons maintenant les digues moyennes.

En jetant les yeux sur les diagrammes représentés figures 4 et 6, planche IV, qui donnent les vitesses de la marée montante à Termonde et à Anvers, on constate que les vitesses de la marée montante qui sont d'abord très faibles, commencent à grandir rapidement lorsque le niveau approche de la mi-marée; le débit, avant que le flot atteigne cette hauteur, est assez insignifiant.

Il semble donc qu'il suffise d'introduire dans la rivière autant d'eau que possible à partir de la mi-marée, et l'on aura ainsi préparé, lors du reflux, un courant rapide et persistant qui entraînera les sables, mieux que ne pourrait le faire un lit limité par des digues basses.

Ce raisonnement en faveur des digues moyennes, est évidemment très sérieux.

Les partisans des digues hautes considèrent surtout la question au point de vue agricole. Dans ce cas, l'espace laissé en arrière des digues constitue un lieu

convenable pour recevoir le dépôt des matières sédimentaires transportées par le fleuve ; il s'y produit donc rapidement des atterrissements et il en résulte, en général, un terrain de première qualité. Les dépenses effectuées sur la partie maritime de la Seine de 1846 à 1876 représentaient, dans leur ensemble, une dépense totale de fr. 16,951,670-22 ; mais, d'un autre côté, les terrains conquis sur le fleuve et qui forment une surface de 6,305 hectares, représentaient une valeur de 25,220,000 francs ; c'est évidemment un résultat splendide, dont les annales des travaux hydrauliques offrent peu d'exemples (1).

Selon notre manière de considérer les choses, la question se présente à un point de vue un peu différent. Ce dont l'ingénieur doit s'occuper avant tout, c'est d'assurer la réussite de son projet. On peut bien exiger de lui qu'il n'exécute pas de travaux qui devront être démolis plus tard, bien que cela ait presque toujours eu lieu jusqu'ici ; mais ce que l'on n'a plus le droit d'exiger, c'est que, dans une question aussi délicate, il arrive à la perfection du premier coup. L'amélioration des rivières ne peut pas être résolue au moyen d'une équation ; parmi les forces entrant en jeu, il en est dont l'action ne peut être exactement appréciée d'avance, et il convient de se réserver le moyen de remédier à leur insuffisance par des travaux complémentaires.

A cet effet, il nous paraît nécessaire que le projet soit conçu dans l'hypothèse de l'établissement de digues hautes et réalisé en construisant d'abord des digues basses.

(1) Notice sur les modèles, cartes et dessins relatifs aux travaux des ponts et chaussées réunis par les soins du Ministère des travaux publics pour l'Exposition universelle de 1878. Paris.

Nous ferons d'ailleurs observer que le raisonnement des partisans des digues basses et moyennes n'est pas correct. Dans l'un et l'autre cas, la forme qu'ils proposent d'appliquer au lit du fleuve est celle représentée figure 18, planche IV, formant deux trapèzes superposés. Or, la coupe transversale des lits bien constitués est plutôt une courbe régulière se rapprochant d'un arc de cercle ou de parabole.

Supposons maintenant qu'au lieu de la forme représentée en traits pleins, on ait adopté la forme représentée en pointillé, donnant une section équivalente; il est certain que, toutes choses égales, dans une pareille section le débit et la vitesse seront plus considérables que dans la première; or, cette augmentation de débit et cette augmentation de vitesse sont précisément, comme nous l'avons dit en commençant, le but à atteindre dans l'amélioration des rivières à marée.

Il n'en faut pas moins commencer par établir un lit mineur, parce que c'est le meilleur moyen de provoquer un travail utile des eaux sur le fond; un lit majeur, établi immédiatement, constituerait un véritable étranglement dont le fleuve entier aurait à souffrir.

Si l'établissement de digues basses suffit pour obtenir une profondeur convenable avec une vitesse modérée, la navigation n'aura plus rien à réclamer. L'intérêt agricole pourra ensuite trouver sa satisfaction par l'établissement de nouvelles digues en arrière des premières et conservant à la marée à peu près le débouché existant. Si, au contraire, les digues basses se montrent insuffisantes, elles seront exhausées successivement jusqu'à ce que l'on obtienne la profondeur voulue.

Vitesses à adopter dans le projet. — En général, la

vitesse du flot a moins d'importance que celle du jusan ; c'est cette dernière qui doit surtout améliorer et entretenir le fleuve ; le courant de flot ne doit être considéré qu'au point de vue de la quantité d'eau qu'il peut amener.

Quant à la valeur numérique à adopter pour la vitesse, c'est l'observation seule qui peut la donner.

Il va de soi qu'il ne peut être question d'une vitesse constante ; elle variera nécessairement depuis l'étales du flot où elle est nulle, jusqu'à l'étales du jusan où, après avoir passé par un maximum, elle se réduit de nouveau à zéro. Il faudra donc commencer par déterminer, pour la situation actuelle des choses, des diagrammes analogues à ceux figurés nos 4, 5, 6 et 7, planche IV, et représentant la loi suivant laquelle la vitesse varie entre les deux étales ; on calculera la surface de la figure ainsi obtenue et, en la divisant par sa base, on aura la vitesse moyenne. Ce calcul devra d'ailleurs être fait dans l'hypothèse d'une marée normale et d'une cote moyenne des eaux d'amont. Si, par exemple, il s'agissait de l'Escaut, après avoir constaté qu'à Anvers une vitesse moyenne de 0^m,60 entretient une profondeur suffisante, on en conclurait que, dans tous les autres endroits où le lit serait de même nature, une vitesse de 0^m,60 suffirait pour entretenir la profondeur que l'on trouve à Anvers.

Ce raisonnement n'est pas cependant complètement rigoureux, parce que la durée du jusan doit aussi être prise en considération ; ainsi, à Termonde, où le jusan dure plus longtemps qu'à Anvers, une vitesse moindre pourrait entretenir une même profondeur ; si 0^m,60 est considéré comme suffisant à Anvers, on pourra peut-être se contenter de 0^m,50 à Termonde. Il ne faut d'ailleurs pas perdre de vue qu'il y a une grande différence entre conserver au lit une profondeur existante

et lui donner cette profondeur lorsqu'il ne la possède pas. Une fois que les matières déposées sont agglutinées, la force nécessaire pour les enlever est plus grande que celle qui aurait suffi pour les empêcher de s'atterrir. Enfin, il ne faut pas perdre de vue que si le projet est conçu dans l'hypothèse de digues hautes et réalisé d'abord au moyen de digues basses, il convient que la vitesse soit supposée plutôt trop grande que trop petite.

Le résultat à obtenir des travaux à effectuer sur une rivière à marée dépend essentiellement de la vitesse qui sera réalisée après l'exécution des travaux, laquelle ne doit être ni trop grande ni trop petite ; en règle générale, cependant, une vitesse trop grande est préférable à une vitesse trop petite, puisque alors il se produit un approfondissement favorable à la navigation et qui amène une réduction de vitesse. Contre une vitesse trop petite, il n'y a guère d'autre remède que les dragages et l'élévation des digues si celles-ci ont été établies au-dessous du niveau de la marée haute.

Observation de M. Troost. — Tous les auteurs qui, à notre connaissance, se sont occupés des rivières à marée admettent, pour la vitesse qui doit servir de base à leurs considérations, la vitesse moyenne du courant ; ils supposent, en réalité, que la vitesse du fond, la seule qui doive être considérée, est une fraction constante de la vitesse moyenne ; or, il est loin d'en être ainsi.

En reprenant les formules (1)

$$V - u = \frac{1}{6} \frac{\pi i}{K} h^2$$

$$V - \omega = \frac{1}{2} \frac{\pi i}{K} h^2$$

(1) Collignon. *Traité d'hydraulique*.

dans lesquelles V désigne la vitesse du courant à la surface, u la vitesse moyenne, ω la vitesse du fond, π le poids du mètre cube d'eau, i la pente superficielle, K une constante et h la profondeur d'eau, on déduit, en retranchant les deux équations l'une de l'autre,

$$u - \omega = \frac{1}{3} \frac{\pi i}{K} h^2$$

qui montre que l'écart entre la vitesse du fond et la vitesse moyenne est proportionnel au carré de la profondeur d'eau.

Il peut donc y avoir envasement alors que la vitesse moyenne est assez grande, et c'est précisément ce qui est arrivé dans le cas pour lequel M. l'ingénieur en chef Troost a établi la formule ci-dessus, envasement qu'il avait prédit. Il en résulte, par conséquent, que plus grande est la profondeur, plus considérable doit être la vitesse moyenne.

Quant aux chiffres à adopter pour la vitesse du fond, nous pensons que le mieux est de recourir à l'observation directe; ce n'est, en conséquence, qu'à titre de renseignement que nous donnons les chiffres suivants qui, d'après M. Bouniceau, sont ceux des vitesses capables d'entraîner les matières qui forment le lit d'un fleuve (1):

Argile	0 ^m ,08 à 0 ^m ,15
Gros sable	0 ^m ,22 à 0 ^m ,30
Menus et gros graviers	0 ^m ,41 à 0 ^m ,61
Galets ordinaires	0 ^m ,65 à 1 ^m ,00
Pierres de la grosseur d'un œuf.	1 ^m ,00 à 1 ^m ,20
Cailloux agglomérés	1 ^m ,52
Roches en couches	1 ^m ,83
Roches dures	3 ^m ,00

(1) Bouniceau. *Navigaton des rivières à marée*. Paris, 1845.

Détermination des dimensions à donner au lit maritime. — Partie supérieure. — D'accord avec M. Franzius, nous sommes d'avis que la rédaction du projet doit commencer par la fixation provisoire des deux lieux géométriques des eaux basses et des hautes eaux. A cet effet, on supposera que tous les obstacles qui s'opposent au mouvement de la marée montante ou de la marée descendante sont écartés et on se décidera ensuite d'après l'aspect qu'offrent les deux lieux précités dans les fleuves considérés comme bien constitués. Prenons, par exemple, (fig. 19, pl. IV), le lieu géométrique des basses eaux de la Weser, représenté par un trait plein *a* pour les eaux moyennes et un trait plein et ponctué *a'* pour les eaux d'étiage; cette ligne monte assez rapidement, à cause du manque de profondeur; à partir de Farge, elle s'élève plus rapidement encore jusqu'à Vegesack, présentant ainsi sa convexité vers le haut, par suite de la grande barre existant en amont de cette localité; on sera donc conduit à tracer une ligne telle que celle qui est représentée par un trait mixte *b* pour les eaux moyennes et un trait en partie mixte et en partie pointillé *b'* pour les eaux d'étiage; dans le second cas, il est évidemment nécessaire d'avoir égard à l'abaissement qui doit s'opérer dans le niveau de l'étiage. Le lieu géométrique des hautes eaux est plus facile à tracer encore, parce qu'il est presque horizontal sur une grande partie de son étendue et qu'après l'amélioration il n'éprouvera un certain relèvement que dans la partie amont du lit maritime; cela fait, on tracera, sous le premier lieu géométrique, la profondeur considérée comme nécessaire et la question qui se présentera ensuite est celle de la forme et des dimensions à donner au lit.

Section d'amont. — Près de l'extrémité supérieure du lit maritime, ce sont les eaux d'amont seules qui doi-

vent être prises en considération ; leur vitesse devra être augmentée de manière à ce qu'elles puissent affouiller le lit. En règle générale, il ne faut guère compter sur les grandes crues pour exécuter ce travail, parce qu'elles ne durent pas assez longtemps. A Brême, par exemple, la durée moyenne des crues supérieures à 4 mètres au-dessus du zéro de l'échelle ne dépasse pas 1.9 jour par année ; c'est donc aux petites crues qui s'élèvent de 2 à 3 mètres seulement que le travail devra être confié.

Ayant admis, par exemple, que le travail doit surtout être effectué par une crue de 3 mètres, on calculera la surface de la section transversale en contrebas de ce niveau, ainsi que l'écartement des digues supposées élevées au niveau de la crue, dans l'hypothèse qu'après l'approfondissement effectué à la cote voulue, elles comprennent une surface équivalente au profil primitif ; dans une section ainsi constituée, la vitesse sera évidemment plus considérable que dans la section existante et c'est cette augmentation de vitesse qui constitue la garantie du succès. Dans bien des cas, d'ailleurs, une seule digue suffira, la seconde étant remplacée par une des berges de la rivière.

Le tracé de ces digues n'est pas indifférent ; il est soumis à une loi assez naturelle qui consiste en ce qu'elles doivent comprendre entre elles le filon des hautes eaux, c'est-à-dire la partie du courant existant dont la vitesse est la plus grande ; la direction de ce filon est d'ailleurs indiquée par le thalweg ; on obtient le maximum de perfection lorsque le thalweg forme l'axe de la passe (1). Lorsqu'on s'écarte beaucoup de cette règle, voici ce qui arrive : les détritits charriés voyageant surtout dans la région du thalweg et les

(1) *Annales des Travaux publics*, t. XVII.

crues un peu fortes en transportant une grande quantité, il en résulte que si le thalweg est coupé par une digue, celle-ci constitue un obstacle à la marche des matières charriées et il peut en résulter un relèvement du fond au lieu de l'accroissement de profondeur qu'il s'agissait de réaliser. Cette règle est d'ailleurs applicable à toute la rivière, dans une mesure plus ou moins grande, jusqu'à son embouchure.

En procédant comme on vient de le dire, on obtiendra donc la nouvelle largeur du fleuve à l'extrémité supérieure de la partie maritime ; si cette largeur était trouvée trop faible pour les besoins de la navigation, elle devrait être agrandie dans la mesure nécessaire ; mais alors le courant seul ne pourrait plus créer, ni peut-être entretenir la profondeur réclamée ; il faudrait, dans ce cas, recourir à des dragages temporaires ou permanents ; tel est le cas pour la Clyde à Glasgow.

Partie inférieure. — Pour la partie inférieure, deux procédés ont, à notre connaissance, été employés jusqu'ici ; le premier est indiqué dans l'ouvrage de M. Franzius ; le second, dans celui de M. Bouniceau.

Le premier repose sur les facilités que donnent les courbes instantanées pour calculer, à chaque instant, les débits et les vitesses. A la vérité, s'il n'est pas difficile de déterminer les courbes instantanées dans une rivière quelconque, il l'est beaucoup plus de dire ce que deviendront ces courbes lorsque la rivière aura été améliorée. Aussi, ne peut-il s'agir ici que d'une approximation.

Si l'on considère le fleuve à son embouchure, il doit paraître évident qu'ici la marée continuera à monter et à descendre comme autrefois, et que, par conséquent, les courbes instantanées correspondant au même temps, par rapport à la montée ou à la descente de la marée, passeront toujours par les mêmes points. D'un autre côté, pour la tête du flot, on pourra se

servir de la formule de Scott Russel qui, pour ce cas spécial, devient

$$v = \sqrt{gH} - u.$$

En remplaçant v par $\frac{e}{t}$, on déterminera la quantité e correspondante au temps t qui est connu. v étant généralement une quantité très grande, u pourra presque toujours être négligé. Deux points des nouvelles courbes des marées étant ainsi fixés, on les tracera par analogie avec les courbes existantes et en faisant disparaître les défauts de celles-ci. Pour des points intermédiaires, on devrait se servir de la formule

$$v = \sqrt{g(H+h)} - u;$$

mais elle n'est plus applicable dans une certaine mesure que pour le sommet de l'onde, dont la hauteur ne change guère après l'amélioration, parce que h est une quantité inconnue.

Formule de Bouniceau. — Nous avons indiqué plus haut comment on détermine la largeur de la rivière à son extrémité supérieure; nous la désignerons par $2a$. Supposant le lit de forme trapézoïdale et désignant la largeur à l'embouchure par $2x$, x sera la valeur à déterminer. Nous désignerons par H la profondeur en basse mer à l'embouchure, z l'amplitude de la marée en ce même lieu, v la vitesse moyenne du flot, t le temps de la durée du flot, y la longueur du lit maritime mesuré suivant l'axe de la rivière, q le débit par seconde de la rivière en étiage. Si nous considérons seulement la moitié du fleuve partagé en deux par son plan médian et si nous supposons, hypothèse purement approximative, qu'au moment de la marée haute, le lieu géométrique des hautes eaux soit une ligne

droite comme celui des eaux basses, et qu'en outre ces lieux géométriques, représentent une situation réelle de l'axe hydraulique, le volume de l'eau salée introduite par le flot dans le lit maritime sera égal à la cubature du solide compris entre le plan de la haute mer, le plan de la basse mer et les rives supposées verticales, c'est-à-dire

$$\frac{ayz}{2} + \frac{(x-a)yz}{3}$$

diminué du volume des eaux douces apportées pendant la durée du flot, c'est-à-dire $\frac{qt}{2}$

D'un autre côté, le même volume sera représenté, dans les hypothèses qui précèdent, par l'expression

$$\left(H + \frac{z}{2}\right) xvt$$

et nous aurons l'équation

$$\frac{ayz}{2} + \frac{(x-a)yz}{3} - \frac{qt}{2} = \left(H + \frac{z}{2}\right) xvt$$

D'où l'on pourra déduire la valeur de x lorsqu'on se sera donné celle de v .

Le volume exprimé par le premier membre n'est évidemment qu'une approximation, puisque jamais le lieu géométrique des hautes eaux ne représente le profil véritable du fleuve et que cette ligne et le lieu géométrique des basses eaux ne sont pas deux droites convergentes se réunissant à la limite de la partie maritime; dans la formule, v est la vitesse moyenne du flot, tandis qu'il faudrait plutôt prendre la vitesse moyenne du jusant et on aurait alors la formule :

$$\frac{ayz}{2} + \frac{(x-a)yz}{3} + \frac{qt}{2} = \left(H + \frac{z}{2}\right) xvt,$$

qui diffère de la précédente par le signe de $\frac{qt}{2}$

Pour procéder d'une manière plus rigoureuse, le mieux est, selon nous, d'opérer de la manière suivante :

On sait qu'après l'étale de flot, l'écoulement se fait du fleuve dans la mer d'une manière progressivement croissante et il arrive bientôt un moment où la quantité d'eau qui s'écoule pendant un temps très court est précisément égale au débit de la rivière dans le même temps ; si, à partir de ce moment, le régime devenait permanent, toute la quantité d'eau entrée ou retenue dans la rivière y resterait et la surface prendrait une forme en rapport avec le débit ; on peut supposer que l'on ait déterminé cette forme de la surface et si l'on fait la cubature du solide qu'elle limite supérieurement et qui est limité inférieurement par la surface correspondante au lieu géométrique des basses eaux et latéralement par les berges du fleuve, le volume obtenu sera celui qui doit remplacer les deux premiers termes de l'équation de Bouniceau.

Le point où le débit commence à devenir égal à q et qui est donné par l'équation

$$DLA = D'LA'$$

ne peut évidemment être déterminé pratiquement que d'une manière approximative ; en général, il ne sera que peu inférieur à celui qui est donné par la fin de l'étale.

Application de l'équation de Bouniceau à la Vire. — Pour l'amélioration de la Vire, Bouniceau s'est laissé guider par des considérations conçues dans le même esprit, quoique formulées d'une manière un peu différente.

Pour avoir la cubature du liquide dans la rivière, il a, comme précédemment et bien que cela ne soit pas nécessaire, partagé, par la pensée, son cours en deux

parties par un plan vertical dirigé suivant son axe ; il a cubé d'un côté seulement de cet axe, et il a désigné par q le volume engendré par la marée en amont du pont de Vay, (fig. 20, pl. IV), volume qui a été obtenu par un calcul direct opéré sur des plans et nivellements ; par z la hauteur de la marée au même pont et qui est de 3^m,70 ; par y la longueur de la baie, depuis le pont de Vay jusqu'à l'embouchure, qui est de 10,000 mètres.

En appelant q' le demi-débit par seconde de la Vire et en conservant aux autres quantités la valeur qu'elles avaient précédemment, le demi-volume du flot se composera du gonflement à l'amont du pont de Vay, c'est-à-dire $\frac{q}{2}$ et d'une pyramide tronquée comprise entre le pont de Vay et l'embouchure. Ce tronc est composé de trois pyramides ayant la hauteur du tronc et pour bases, l'une la base inférieure du tronc, l'autre la base supérieure et la troisième une moyenne proportionnelle entre ces deux bases.

En conséquence, le volume est

$$\frac{q}{2} + \frac{ax'y}{3} + \frac{xyz}{3} + \frac{y}{3} \sqrt{axz'x}.$$

D'un autre côté, le même volume peut être exprimé en multipliant la vitesse moyenne v , par le temps de l'ascension t , par la demi-largeur x de l'embouchure et par la hauteur moyenne de l'eau à cette embouchure $\left(\frac{z}{2} + H\right)$. Il faudra y ajouter le demi-débit de la Vire $q't$ et on aura

$$xvt \left(\frac{z}{2} + H\right) + q't.$$

Nous aurons donc entre v et t la relation :

$$\frac{q}{2} + \frac{ax'y}{3} + \frac{xyz}{3} + \frac{y}{3} \sqrt{axz'x} = xvt \left(\frac{z}{2} + H\right) + q't.$$

Si nous dégageons v , il vient :

$$v = \frac{3q + 2ax'y + 2xzy + 2y\sqrt{ax'zx} - 6q't}{6xt\left(\frac{z}{2} + H\right)}$$

Si nous donnons à x toutes les valeurs de 10 mètres en 10 mètres depuis $x = a = 25$ jusqu'à $x = 150$, nous obtiendrons les valeurs correspondantes de v conformément au tableau suivant :

$x =$	25	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
$v =$	1.03	0.88	0.74	0.66	0.60	0.56	0.53	0.51	0.49	0.47	0.457	0.445	0.434	0.425

Bouniceau a adopté, pour demi-largeur, celle de 75 mètres. La forme qu'il a donnée à la baie est donc en plan un trapèze ayant 50 mètres pour base supérieure 150 mètres pour base inférieure et 10,000 mètres de longueur; c'est-à-dire qu'à partir du pont de Vay, l'élargissement est de 1 mètre par 100 mètres. Les calculs ont été faits, comme de raison, dans l'hypothèse où le cours serait endigué par des digues insubmersibles; mais, dans l'exécution, on leur a donné une hauteur notablement moindre; elles s'élèvent seulement un peu au-dessus de la mi-marée. Le profil (fig. 21, pl. IV), indique le résultat obtenu; après les travaux, le port d'Isigny pouvait recevoir, en morte eau, les navires qu'il ne recevait précédemment qu'aux équinoxes. Le tirant d'eau avait gagné 2^m,50, qui paraissent s'être maintenus, depuis 1848, sans le secours d'aucun dragage ni autre moyen artificiel (1).

Bouniceau est, si nous ne nous trompons, le premier ingénieur qui ait réussi d'emblée dans l'amélio-

(1) BOUNICEAU. *Études et notions sur les constructions à la mer.*

ration des rivières à marée; nous ferons observer cependant que sa manière de procéder n'est pas à l'abri de la critique. Le volume que, dans la formule précédente, il a considéré comme un tronc de pyramide, n'a pas cette forme géométrique; il ne pourrait la revêtir que pour une valeur particulière de x facile à calculer. D'un autre côté, il n'a introduit dans ses calculs que le débit de la Vire, tandis qu'en aval d'Isigny, il aurait dû y comprendre celui de l'Aure; comme nous l'avons déjà dit, c'est d'ailleurs la vitesse pendant le jusan qu'il faut considérer; en réalité donc, la vitesse à l'embouchure est beaucoup plus grande que celle de $\frac{0.56 + 0.53}{2}$ qui a été admise. L'ingénieur qui, se fiant sur le succès de Bouniceau, accepterait une vitesse aussi faible, risquerait beaucoup d'être déçu dans ses espérances.

Projet définitif. — Les considérations qui précèdent permettront de dresser un avant-projet d'amélioration. Pour passer de là au projet définitif, il ne restera plus qu'à lui appliquer un mode de calcul un peu plus rigoureux.

Le procédé consiste à tracer l'axe hydraulique de la rivière lorsque les eaux sont basses, ou plus exactement le lieu géométrique des basses eaux, ensuite l'axe hydraulique que l'on obtiendrait après l'étalement de flot si le fleuve continuait à déverser dans la mer son débit Q et à faire la cubature du solide compris entre ces deux lignes, ou plutôt les deux nappes qu'elles représentent; au moyen de cette cubature, il sera possible de déterminer la vitesse moyenne lors du jusan; si cette vitesse était jugée trop grande ou trop petite, la section devrait être augmentée ou diminuée.

La détermination de l'axe hydraulique est une question qui appartient à la science qui porte ce nom et

qui, par suite, sort du cadre de ce mémoire (1). Nous croyons cependant utile de signaler, comme application, le procédé employé par M. Maus pour déterminer l'axe hydraulique de la Senne (2) et dans lequel il s'est donné la pente du fond et la hauteur d'eau à l'extrémité. On pourrait procéder d'une manière à peu près semblable, en supposant que la profondeur soit constante et que la largeur au plafond varie. Lorsque le problème devient plus compliqué, c'est-à-dire lorsqu'il y a à la fois changement dans la profondeur, dans la largeur et dans le débit, il faut nécessairement procéder par sections assez peu étendues pour que deux de ces éléments puissent être considérés comme constants. De cette manière, on finira par arriver à un résultat aussi satisfaisant que le permettent nos connaissances actuelles dans la science de l'hydraulique et le projet pourra être considéré comme terminé.

De l'importance qu'il faut attacher aux affluents. —

On peut se dispenser d'avoir égard aux petits ruisseaux à lit étroit qui se jettent dans le fleuve ; mais lorsque l'affluent devient considérable et que son lit est large, il n'est pas possible de le considérer comme une quantité négligeable. A cause de son débit et du volume de marée qu'il emmagasine, il sera nécessaire que le fleuve reçoive au confluent une augmentation brusque de largeur ; on peut cependant se demander s'il est bien nécessaire de laisser la marée pénétrer dans l'affluent et s'il ne vaudrait pas mieux lui barrer le passage soit au moyen de portes de flot, soit d'un barrage. Il est évident que si l'on ne considère que la

(1) Voir sur l'axe hydraulique un mémoire de M. Boudin, inséré dans les *Annales des travaux publics*, tome XX.

(2) Projet des travaux de rectification et d'élargissement du lit de la Senne destinés à empêcher les inondations de cette rivière entre Vilvorde et son confluent dans la Dyle, à Sennegat.

partie d'aval, on a intérêt à emmagasiner le plus de marée possible en amont, afin d'augmenter le courant de jusant; mais, d'un autre côté, l'eau qui remonte dans les affluents constitue une perte pour la partie principale du fleuve et il est incontestable qu'il vaudrait mieux que la marée pénétrât sans diminution dans la partie d'amont. Si l'on fermait brusquement les affluents, sans exécuter aucun travail sur le fleuve en amont de leur embouchure, celui-ci recevrait bien un peu plus de marée qu'auparavant, mais le gain ne serait pas équivalent à la perte subie par ses tributaires. En somme, ce qu'il y a à faire est, ou bien d'augmenter suffisamment et en une fois, la section d'amont du fleuve, de manière à ce qu'il n'y ait pas de perte de marée, ou bien, si l'on veut faire exécuter tout ou partie du travail par les eaux elles-mêmes, de ne diminuer d'abord que faiblement l'accès de la marée dans les affluents et d'attendre, avant de faire un nouveau pas en avant, que la partie supérieure du fleuve se soit créé une section en rapport avec la quantité d'eau supplémentaire qu'on a voulu y introduire.

Le cas se présenterait, par exemple, si l'on voulait faire de Malines un port de mer; il y aurait lieu d'examiner s'il ne faudrait pas faire pénétrer dans la Dyle tout ou partie du courant de flot qui pénètre aujourd'hui dans la Nèthe et dans la Senne.

De l'estuaire. — Les fleuves à marée bien constitués sont composés de deux parties; celle d'aval, large et fortement évasée, constitue l'estuaire; l'autre, beaucoup plus effilée, est le fleuve proprement dit. Ce que nous avons dit précédemment nous paraît suffire en ce qui concerne le fleuve; mais il nous paraît nécessaire d'entrer dans des considérations nouvelles en ce qui concerne l'estuaire.

Nous ferons d'abord observer que, d'après l'appli-

cation numérique que nous avons donnée de la formule de Bouniceau, au delà d'une certaine valeur de x qui est la largeur à l'embouchure, la vitesse ne décroît presque plus, de sorte qu'un grand évasement est possible sans amener une diminution sensible dans la vitesse du courant; à ce point de vue isolé, un estuaire serait donc déjà inoffensif; mais son rôle essentiel est de contribuer à l'élévation de la marée.

En effet, si la terre était entièrement couverte d'eau, il n'y aurait pas de courant de marée proprement dit : l'intumescence résulterait d'un léger déplacement horizontal des molécules, analogue à celui qui se produit lors de la propagation du son; mais lorsque, par suite de la configuration du globe, l'onde marée de la mer passe vis-à-vis d'un espace ouvert, il se produit un déversement de liquide, et nous voyons apparaître une nouvelle onde ayant un air de famille avec l'onde maritime, mais possédant cependant des propriétés différentes; tel est le cas, par exemple, pour la Manche qui, sans la presqu'île du Cotentin, représenterait assez bien la figure d'un trapèze allongé. La marée pénètre dans ce grand bras de mer du côté de l'ouest et, par le fait du déversement, il se produit un courant dont la vitesse atteint $1^m,50$ et 2 mètres par seconde; à cause du rétrécissement progressif et fortement accentué de la Manche, la force vive dont les eaux sont animées produit une surélévation telle que, lors des vives eaux, la marée atteint au Havre une amplitude de $7^m,20$ et elle y serait sans doute bien plus forte encore sans l'étranglement produit par la presqu'île du Cotentin qui donne lieu à une perte de force vive telle qu'aux syzygies la marée atteint à Saint-Malo une amplitude de $11^m,36$ et de $12^m,30$ à Granville (1). L'Escaut, la Jade, la Weser et l'Elbe

(1) *Annuaire du bureau des longitudes pour 1885.*

qui ont de bons estuaires, ont aussi de bonnes marées ; nous avons déjà dit ce qui se passe sur la Severn ; l'estuaire de la Tamise, d'un autre côté, est si bien proportionné qu'à l'embouchure du fleuve, l'oscillation d'une marée de vive eau ordinaire est de 5 mètres et s'élève à 6 mètres à Londres ; mais l'exemple le plus remarquable entre tous est celui que nous offre la baie de Fondy, en Amérique, qui, ensuite de ses bonnes proportions, donne lieu à une marée dont l'amplitude atteint, dit-on, 30 mètres. D'un autre côté, un estuaire mal fait ou mal entretenu peut avoir des conséquences fâcheuses sur l'entretien des rivières. M. Vernon-Harcourt nous fait observer (1) qu'à l'embouchure de l'Adour, en vue d'obtenir une profondeur plus grande dans le chenal qui traverse la barre, on établit, de chaque côté de ce chenal, deux digues parallèles formant, par rapport à la largeur du fleuve, un véritable étranglement ; il ne résulta de cette disposition qu'une légère amélioration dans la profondeur du chenal, mais l'amplitude de la marée à Bayonne s'en trouva réduite. M. Vernon-Harcourt en conclut que si l'on avait placé les digues à une distance égale à la largeur du fleuve, il n'y aurait pas eu de réduction dans la hauteur de la marée à Bayonne ; nous sommes de son avis ; mais nous croyons aussi que si l'on avait donné une forme évasée à l'estuaire, on aurait augmenté la hauteur de la marée à Bayonne et accru, par suite, la puissance du courant du jusant.

M. Caland, dans son excellent livre sur l'effet des marées, fait une comparaison, avec cartes à l'appui, entre la situation de l'estuaire de la Meuse en 1739 et celle d'aujourd'hui, et il fait remarquer quelle surface

(1) *Minutes of proceedings of the institution of civil engineers*
Vol. LXX, page 20.

de terrain a été conquise sur le fleuve depuis cette époque et combien, par conséquent, la force des chasses est affaiblie. Est-il étonnant, s'écrie l'auteur, que, dans ces circonstances, la Meuse ait maintenant un mètre d'eau de moins sur la barre qu'en 1696, alors qu'à la basse mer, il y avait, sur cette barre, plus de 3 mètres de profondeur (1). On peut attribuer, nous semble-t-il, au moins en partie, à l'oblitération de l'estuaire, la faible marée que l'on constate actuellement sur la Meuse. Il y a quelques années, nos voisins du Nord essayèrent, au lieu de réparer l'estuaire, de créer une dérivation conduisant directement les eaux de la Meuse dans la mer; deux jetées presque parallèles et longues d'environ 2,000 mètres prolongèrent la dérivation; mais le travail n'a pas, à beaucoup près, obtenu le succès qu'on s'en promettait.

Projet de M. Lavoinne. — A notre avis, le meilleur projet qui ait été dressé, jusqu'ici, pour un travail de ce genre, est celui que M. Lavoinne a dressé pour la Seine et dont nous allons donner une description sommaire qui n'est qu'un résumé de celle donnée par M. Lavoinne lui-même.

Le tracé des digues, dans la partie de la Seine qui précède l'estuaire, a été fait en commençant par l'amont; l'on a pris pour base la largeur vers Caudebec et l'on a fait croître cette largeur très lentement vers l'aval, de manière à obtenir, pour l'écoulement du volume d'eau entrant au flot et surtout pour le volume du jusant, une vitesse moyenne à peu près constante de 1 mètre environ avec un tirant d'eau en dessous de l'étiage de 8 mètres. Ce tirant d'eau exagéré, corrélatif d'un faible espacement entre les digues, devait conduire, si on le prolongeait vers l'aval, à faire le chenal

(1) Caland. *Etude sur l'effet des marées*, p. 57.

trop étroit pour pouvoir raccorder graduellement les digues avec les bords de l'estuaire et amener, dans tous les cas, la formation d'une barre à une certaine distance en aval de l'extrémité des digues.

Le problème, au point de vue du maintien du régime des fonds et des courants jusqu'au méridien du Havre et de la suppression de la barre, doit être retourné et posé ainsi : étant donnés, sur ce méridien, un certain débouché et un certain tirant d'eau à entretenir, comment les faire varier en allant vers l'amont, pour qu'à l'introduction comme à la sortie, la vitesse des courants assure la stabilité des fonds dans chaque section, sans qu'il puisse se former des barres ni en dedans ni en dehors de l'estuaire et jusqu'où devront s'étendre vers l'amont les endiguements pour raccorder le régime nouveau ainsi créé avec celui qui existe au delà ?

Les données du problème à fixer tout d'abord, sont donc :

- 1° Le débouché en aval;
- 2° Le tirant d'eau au-dessous des plus basses mers;
- 3° La vitesse à entretenir soit de flot, soit de jusant, sur les fonds de l'estuaire.

La Seine, ainsi qu'on le voit par la figure 22 (pl. IV), débouche dans la mer par trois bras que séparent deux bancs fixes : ceux du Ratier et d'Amfard. C'est par le bras central, qui est le plus large et le plus profond, que se fait surtout le jeu des courants alternatifs et que s'exerce, pour le maintien des profondeurs, l'action des vagues poussées par les tempêtes; en dehors des apports projetés par celles-ci d'une manière intermittente, le transport des matières alluvionnaires, soit roulant sur le fond, soit en suspension dans les courants journaliers, y est généralement faible, tandis que la propagation des marées, par suite de la plus grande profondeur, s'y fait plus rapidement qu'ailleurs.

Il est donc du plus grand intérêt de conserver intégralement ce bras, qui forme la partie principale de l'embouchure et où le jeu des marées se fait avec le plus d'efficacité.

D'autre part, le maintien des profondeurs aux approches du Havre, commande de conserver, du moins en partie, le bras compris entre la côte nord et Amfard. La masse d'eau introduite et écoulee par ce bras n'est composée que d'eaux claires, non susceptibles d'accroître la masse des alluvions pouvant se déposer dans l'estuaire. On doit considérer comme essentiel d'y combattre le progrès des alluvions en y maintenant aux courants de marée toute leur énergie.

Le seul bras dont le maintien présente une utilité contestable, est le bras sud, situé entre le banc du Ratier et la côte de Villerville. C'est par ce bras qu'arrivent les plus grandes quantités de matières alluvionnaires, soit que l'on considère le courant littoral amenant directement dans l'estuaire ou suivant la rive, les produits de la démolition des côtes du Calvados, soit qu'il s'agisse de matières en suspension qui se portent plus ou moins au large. La fermeture de ce bras ne peut avoir d'autre inconvénient que de diminuer, pendant une certaine partie de la période du flot, la section d'introduction de celui-ci ; encore y a-t-il lieu d'observer que cette diminution pourra seulement se faire sentir aux approches du plein, c'est-à-dire quand la vitesse diminue, par suite de la faible section susceptible d'être couverte au commencement du flot et qu'elle pourra être amplement compensée par la plus grande vitesse de propagation de celui-ci dans les deux autres passes, où la concentration de l'écoulement des eaux du jusan tendra à accroître la profondeur.

Il suit de là que, tandis que la conservation des deux premiers bras peut être regardée comme essentielle,

la fermeture du dernier a certainement plus d'avantages que d'inconvénients, et que l'on peut, par conséquent, limiter le débouché utile de l'estuaire à l'espace libre compris entre la côte nord et le banc du Ratier. Cet espace libre est de 4 1/2 kilomètres environ.

On doit chercher d'ailleurs à limiter au strict nécessaire ce débouché, si l'on ne veut pas être conduit à un tirant d'eau trop faible dans l'estuaire ou à faire remonter trop loin le point de raccordement du chenal qu'il s'agit de tracer avec la partie déjà endiguée du lit de la Seine.

Etant donnés le débouché terminal et le tirant d'eau à obtenir sous le niveau des basses mers, si l'on s'impose le maintien de cette profondeur dans tout l'estuaire progressivement rétréci, et que l'on admette qu'il suffise pour cela d'entretenir, dans toutes les sections normales, pendant la période d'écoulement soit du flot, soit du jusant, une vitesse sur le fond qui ne soit pas inférieure, dans les vives eaux ordinaires, à la vitesse nécessaire pour transporter les sables en suspension, soit une vitesse moyenne de 0^m,80 à un mètre. On pourra vérifier, dans l'hypothèse d'un tracé en plan pour les endiguements, si l'on satisfait à la condition de réaliser partout une vitesse moyenne suffisante.

Les largeurs et les vitesses auxquelles M. Lavoinne s'est arrêté, sont données comme suit :

	Largeurs.	Débit.	Vitesses moyennes.
Méridien du Havre.	4000	433	0.78
Honfleur. . . .	2400	257	0.80
Extrémité actuelle			
des digues . . .	1200	138	0.90
Tancarville . . .	700	90	1.08

Le débit est exprimé en millions de mètres cubes.

Le projet donne aux digues vers leur extrémité

actuelle un plus grand espacement. Le défaut d'évasement n'a pas seulement pour effet de favoriser l'existence, en aval, d'une barre; il agit encore comme un obstacle sur la propagation de la marée.

Les endiguements, d'après le projet de M. Lavoinne, ne doivent être élevés tout d'abord qu'un peu au-dessus du niveau des basses mers; mais, il n'y a pas à se dissimuler qu'au bout d'un certain temps, on les exhaussera au-dessus de ce niveau.

Appréciation du projet. — Comme nous l'avons déjà dit, nous considérons le projet de M. Lavoinne comme un des modèles, — le mieux réussi, — d'estuaire artificiel. Il est conçu, d'abord, de manière à ce que, lors du flot, comme lors du jusant, il y ait une vitesse suffisante pour maintenir un chenal de profondeur convenable; d'un autre côté, par suite du rétrécissement sagement progressif qui est opéré, chaque tranche du flot pressera la tranche qui la précède et l'obligera à accélérer sa vitesse et à élever son niveau, de sorte qu'on peut s'attendre à ce qu'à l'extrémité, au delà de Tancarville, la marée soit notablement plus forte qu'à l'embouchure et c'est un point essentiel.

Evidemment, on ne peut espérer obtenir, à l'extrémité amont de l'estuaire, une marée comparable à celle qui se manifeste dans les exemples cités plus haut; ici une bonne partie de la force vive doit être conservée pour servir à l'entretien et à l'amélioration du fleuve; là elle est presque entièrement détruite parce que la marée ne rencontre devant elle que des rivières de peu d'importance.

M. Lavoinne a donné une forme courbe à ses jetées, parce que la force centrifuge est la seule que nous ayons à notre disposition pour fixer le chenal et l'empêcher de divaguer. Si, au lieu d'une seule courbe, il en avait adopté plusieurs en sens contraire, l'action de

la force centrifuge aurait sans doute été augmentée, mais alors deux inconvénients eussent été à redouter ; un chenal profond mais étroit se serait établi contre les jetées, dans les concavités, et, en outre, le passage d'une courbe à une autre est toujours un point délicat, et l'on ne peut espérer y conserver une profondeur suffisante sans sacrifier, par un rétrécissement, une portion notable de la force vive. Nous observerons ensuite que M. Lavoinne a eu soin de comprendre, entre ses jetées, le chenal principal qui, d'après les profondeurs que l'on y mesure, doit amener bien plus d'eau que les deux autres. Dans son ensemble, le projet dont nous venons de parler doit donc être considéré comme une œuvre bien conçue ; nous manquons des renseignements nécessaires pour l'apprécier dans ses détails.

§ 7. — EXÉCUTION.

Nous passerons rapidement sur les règles à suivre dans l'exécution d'un projet d'amélioration, parce qu'elles peuvent différer selon les circonstances et aussi selon les différents pays.

Il importe d'abord que l'ingénieur dirigeant ne perde pas un seul instant de vue les travaux qu'il fait exécuter lui-même et ceux que le fleuve exécute de son côté, afin de pouvoir utiliser l'action de celui-ci lorsqu'elle s'exerce dans un sens favorable et d'aviser à la modifier lorsqu'elle s'exerce dans un sens contraire. Il faut qu'il conserve, à cet effet, tous les instruments et dessins qui ont servi à la rédaction du projet et une partie au moins du personnel qui a été employé aux opérations, aux dessins et aux calculs, lesquels devront être continués pendant toute la durée des travaux.

Il importe aussi que l'exécution dépende d'une seule

direction, afin que jamais on ne prenne des mesures qui pourraient se contrarier les unes les autres.

Quant à l'ordre dans lequel les travaux devront être exécutés, M. Franzius signale, en premier lieu, la suppression des bras ; mais il a évidemment perdu de vue les dérivationes qui doivent raccourcir la distance et augmenter immédiatement la hauteur de la marée dans la région d'amont, ordinairement la moins bonne ; les affouillements dans cette région doivent être favorisés. C'est la marche que M. Franzius a suivie lui-même sur la Weser, où nous avons trouvé une grande dérivation exécutée à quelques kilomètres en aval de Brême.

Nous placerons donc en seconde ligne la suppression des bras et l'élargissement simultané du bras principal ; l'effet sera le même que celui produit par la dérivation en ce qui concerne le passage de la marée ; ici, d'ailleurs, une partie du travail pourra presque toujours être confiée au fleuve lui-même.

Le moment sera alors venu d'établir les digues longitudinales. Si le travail est bien fait, le courant renforcé doit produire des affouillements dans le lit mineur qui iront assez naturellement se déposer dans les bras supprimés. Il se formera aussi des atterrissements derrière les jetées et on pourra, du reste, y déposer le produit des dragages. Une autre raison d'exécuter les jetées après les barrages, c'est qu'en général, elles se font avec les mêmes matériaux et le même genre d'ouvriers.

En même temps que l'on établira les jetées, on procédera aux *dragages* sur une grande échelle ; leur premier objet est de faire que la situation ne soit pas rendue d'abord plus mauvaise par suite de l'exécution des travaux de régularisation ; les dragages devront d'ailleurs être entrepris partout où le fleuve ne mon-

trera pas une tendance suffisante à s'approfondir lui-même. Il va de soi que les dragages auront aussi pour effet immédiat de favoriser le jeu de la marée.

D'après ce qui a été dit plus haut, il conviendra, en général, de commencer les ouvrages importants à partir de l'aval et cela afin que les matières entraînées ne trouvent pas dans le chenal d'endroit convenable pour se déposer. Une amélioration du lit à l'aval produit, d'ailleurs, tant pour l'amont que pour l'aval, une augmentation dans la force du courant.

On ne peut guère évaluer d'avance quel sera, dans un temps donné, l'effet du courant, et il est bon de ne pas l'estimer trop haut. S'il s'agit d'un sol facilement affouillable, on pourra peut-être compter que le courant emportera la moitié des terres à transporter. Sur la Weser on n'a, pour plus de sécurité, compté que sur les $\frac{2}{5}$ environ (1).

(1) Ce dernier paragraphe est extrait presque entièrement de l'ouvrage de M. Franzius.

MÉLANGES.

I. — STATISTIQUE DES MINES, MINIÈRES, CARRIÈRES, USINES MÉTALLURGIQUES ET APPAREILS A VAPEUR DE BELGIQUE POUR L'ANNÉE 1887, PAR M. EM. HARZÉ, INGÉNIEUR EN CHEF, DIRECTEUR DES MINES AU DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE, DE L'INDUSTRIE ET DES TRAVAUX PUBLICS (1).

Il a déjà été dit, dans nos précédents comptes-rendus, que le service des Mines qui ressortit à la direction générale des mines établie au département de l'agriculture, de l'industrie et des travaux publics, se partage en deux grandes circonscriptions, dénommées *divisions*.

La première division est composée des provinces de Hainaut, de Brabant, de la Flandre orientale et de la Flandre occidentale. Les provinces de Liège, de Namur, de Luxembourg, de Limbourg et d'Anvers constituent la seconde.

Les chefs-lieux administratifs de ces circonscriptions sont Mons et Liège.

Les deux divisions comprennent chacune trois arrondissements miniers subdivisés eux-mêmes en districts.

Voici comment se trouvent réparties les diverses régions minières du pays :

(1) Nous tenons à redire que les éléments de cette publication annuelle sont puisés, mais non exclusivement, dans le travail de la statistique générale des mines, usines et machines à vapeur, ainsi que dans les rapports adressés chaque année par les chefs de service de l'administration des mines à MM. les gouverneurs des provinces minières de Hainaut, de Liège et de Namur.

Première division.

- 1^{er} arrondissement. Couchant de Mons.
 2^e Id. Centre et partie occidentale de Charleroi.
 3^e Id. Charleroi.

Seconde division.

- 4^e arrondissement. Namur et Luxembourg.
 5^e Id. Liège (rive gauche de la Meuse).
 6^e Id. Liège (rive droite de la Meuse).

§ I. — CHARBONNAGES.

Les houillères du royaume ont produit — en 1887 — 18,378,624 tonnes de charbon, d'une valeur globale de 147,674,000 francs.

Cette extraction, la plus forte qui ait jamais été faite en Belgique, a été réalisée comme suit, en quantités et en valeurs :

	Tonnes.	Francs.
Hainaut	13,470,060	108,221,000
Namur	359,255	2,287,000
Liège	4,549,309	37,166,000
	18,378,624	147,674,000

La quantité globale dépasse de 1,093,081 tonnes celle extraite l'année précédente. Quant à la valeur produite, l'augmentation est de 5,132,000 francs.

Le prix moyen de vente de la tonne, continuant encore en 1887 à décroître, s'est chiffré à fr. 8-04, soit fr. 0-21 de moins qu'en 1886.

La production a été fournie par 268 sièges d'exploitation, 12 de moins que l'année précédente. Il y a eu, en outre, 88 sièges tenus en réserve, 9 de plus qu'en 1886. Le nombre de sièges en construction est resté à 10.

Cette diminution, d'année en année, du nombre de sièges en activité, nonobstant l'accroissement de la production, dénote les efforts poursuivis pour concentrer de plus en plus les extractions, au profit du prix de revient.

La production indiquée ci-dessus comprend le combustible consommé

pour le service de l'exploitation. Cette consommation, d'une valeur estimée à 7,430,000 francs, s'est élevée à 1,623,788 tonnes d'un charbon généralement choisi dans les qualités les moins commerciales, soit donc à 9 p. % de l'extraction totale.

Il en résulte que l'*extraction nette* s'est chiffrée à 16,754,836 tonnes.

Les appareils à vapeur qui desservent l'industrie houillère comprennent 2,030 moteurs, se répartissant comme suit :

MACHINES A VAPEUR — USAGES.	NAINIOT.		NAMUR.		LIÈGE.		LE ROYAUME.	
	Nombre.	Chevaux-vapeur.	Nombre.	Chevaux-vapeur.	Nombre.	Chevaux-vapeur.	Nombre.	Chevaux-vapeur.
Extraction .	297	47,202	18	2,142	116	12,152	431	61,496
Exhaure . .	120	18,443	5	740	71	11,890	196	31,073
Aérage . . .	287	13,695	8	230	83	1,957	378	15,932
Divers . . .	736	10,079	29	439	260	3,162	1,025	13,680
Ensemble . .	1,440	89,419	60	3,601	530	29,161	2,030	122,181

En 1878 (il y a 10 ans), le nombre des moteurs était de 1,875, représentant une force de 106,927 chevaux.

La puissance moyenne des couches exploitées a été de 0^m,64, sensiblement la même qu'en 1886 (0^m,65).

La production annuelle de l'ouvrier du fond s'est élevée à 244 tonnes, soit 15 tonnes de plus qu'en 1886, résultat qui s'explique notamment par un plus grand nombre de jours de travail en 1887, par la diminution du nombre des demi-houilleurs (femmes, garçons et filles) dans l'effectif ouvrier et peut-être aussi par la diminution du nombre des ouvriers attachés aux travaux de premier établissement, travaux qui s'achèvent sans que d'autres viennent alimenter par compensation suffisante, cette source de travail.

Le nombre des ouvriers occupés en 1887 dans les charbonnages du royaume s'est élevé à 100,739, nombre qui accuse par rapport à l'année précédente une augmentation de 457 travailleurs.

(1) En envisageant toute une période d'années, il y aurait lieu de faire intervenir en outre la concentration des extractions, une plus économique organisation du travail dans divers services et l'abandon de couches peu productives.

Cet effectif s'est partagé comme suit :

	HAINAUT.	NAMUR.	LIÈGE.	LE ROYAUME
A L'INTÉRIEUR.				
Hommes	46,222	1,206	15,864	63,292
Femmes.	3,010	22	169	3,201
Garçons en dessous de 16 ans .	5,980	153	1,787	7,920
Filles en dessous de 16 ans. .	1,011	"	21	1,032
ENSEMBLE . . .	56,223	1,381	17,841	75,445
A LA SURFACE.				
Hommes	12,581	454	3,736	16,771
Femmes.	2,683	78	1,001	3,762
Garçons en dessous de 16 ans .	1,859	78	444	2,381
Filles en dessous de 16 ans. .	1,976	34	370	2,380
ENSEMBLE . . .	19,099	644	5,551	25,294
TOTAUX . . .	75,322	2,025	23,392	100,739

Nous recherchons, comme les années précédentes, l'influence qu'a eue, sur la répartition des ouvriers, l'application de l'article 69 du règlement du 28 avril 1884. — On sait que cet article a exclu des travaux intérieurs les garçons de moins de 12 ans et les filles de moins de 14 ans.

Le tableau ci-après fait ressortir cette heureuse influence.

D'où il résulte que, de 1883 à 1887, les nombres proportionnels des filles et des femmes ont subi respectivement des diminutions de 59 et de 38 p. ‰.

Il est à remarquer que, de plus, le nombre également proportionnel des garçons a fléchi de 10 p. ‰.

Voici ce que donne le même travail appliqué au personnel de la surface :

On voit que les nombres proportionnels des femmes, des garçons et des filles du personnel de la surface (qui échappe à l'article réglementaire précité) n'ont guère varié. — Ce rapprochement rend encore plus évidente l'influence directe du dit article sur la composition actuelle du personnel du fond.

L'examen comparatif des deux précédents tableaux dénote que si le nombre proportionnel des femmes admises à l'intérieur des travaux est beaucoup plus faible dans la seconde division des mines (Liège et Namur) que dans la première (Hainaut), l'inverse — mais à un degré sensiblement moindre — se montre en ce qui concerne le personnel de la surface.

Une statistique des plus intéressantes provoquée récemment par M. le directeur général des mines Arnould, classe les ouvriers de l'industrie houillère suivant leurs âges. — Un tel travail puise son utilité dans les questions touchant à la pension de retraite des ouvriers mineurs. — Nous nous bornerons, pour le moment, à en tirer les quelques résultats généraux qui suivent et qui sont relatifs à la situation, fin 1887.

	Mons.	Centre.	Charleroi.	Namur.	Liège.	Le royaume.
SURFACE.						
Ouvriers en dessous de 50 ans (hommes et garçons) . . .	87.32	77.55	82.21	89.72	82.05	82.92
Ouvriers de 50 à 55 ans. . .	4.92	7.37	7.50	4.38	7.69	6.75
Id. de 55 à 60 ans. . .	3.41	6.30	4.73	2.47	5.17	4.68
Id. au dessus de 60 ans .	4.35	8.78	5.56	3.43	5.09	5.65
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
INTÉRIEUR.						
Ouvriers en dessous de 50 ans (hommes et garçons) . . .	89.50	93.11	92.55	95.47	91.14	91.50
Ouvriers de 50 à 55 ans. . .	5.34	4.15	4.32	3.22	4.81	4.68
Id. de 55 à 60 ans. . .	3.02	1.66	2.07	1.10	2.72	2.41
Id. au dessus de 60 ans .	2.14	1.08	1.06	0.21	1.33	1.41
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Ainsi qu'on le voit, la proportion des vieux ouvriers est bien moindre pour les travaux du fond que pour ceux de la surface. On sait d'ailleurs qu'un certain nombre d'ouvriers abandonnent, avec l'âge, les premiers travaux pour les seconds.

Le montant des sommes payées aux ouvriers a été, en 1887, de 82,400,000 francs. D'où un salaire annuel moyen de 815 francs, supérieur de 32 francs à celui de l'année précédente.

Voici comment s'est chiffré le salaire annuel moyen dans les différentes régions houillères du pays.

	1886.	1887.	En plus.
Couchant de Mons fr.	712	727	15
Hainaut. { Centre et partie occidentale			
{ de Charleroi	815	852	37
{ Charleroi	762	793	31
Namur	686	730	54
Liège	867	940	43

Il est à remarquer que l'amélioration du taux de la journée de travail ne s'est pas accusée dès l'origine du dernier exercice, ce qui explique son peu d'influence sur le salaire annuel.

Le salaire moyen de la journée de travail (hommes, femmes, garçons et filles, tant de l'intérieur que de la surface), a été de fr. 2-80 pour 815
 $\frac{815}{2-80} = 289$ jours de travail.

Ce salaire de fr. 2-80 s'est réparti comme suit :

Ouvriers de la surface. fr.	2-21
Ouvriers de l'intérieur	2-99

En évaluant respectivement à fr. 1-80, fr. 1-45 et fr. 1-25 les salaires journaliers des femmes, des garçons et des filles du personnel du fond, celui de l'ouvrier houilleur au dessus de seize ans s'établirait à fr. 3-26.

Réparti, comme nous l'avons fait les années précédentes, sur un nombre fictif de 300 jours de travail, le salaire de cet ouvrier se réduirait à fr. 3-14 comme prix moyen de la journée.

Les frais d'exploitation et autres, déduction des charges financières, se sont partagés de la manière suivante :

Salaires fr.	82,400,000
Autres frais.	56,833,000
Ensemble. . fr.	138,933,000

D'où un prix de revient à la tonne de fr. 7-56, inférieur de fr. 0-39 à celui de l'année précédente.

Nous rappellerons que la rubrique « autres frais » comprend les dépenses en consommations de charbon, bois, fers, câbles, huiles, graisses, poudre, fourrages, en achats de matériaux, machines, matériel, chevaux, terrains, en paiements de traitements, dommages à la surface, impôts, institutions de secours et de prévoyance, frais judiciaires et autres charges incombant aux frais généraux.

La valeur produite s'étant élevée à 147,674,000 francs, l'ensemble des charbonnages a donné un *boni général* de 8,741,000 francs, dépassant de 3,590,000 francs, celui de 1886.

Si l'on distingue les unes des autres, les exploitations en gain et celles en déficit, on arrive aux résultats ci-après :

Charbonnages en gain.

Nombre : 90.

Bénéfices : 10,829,000 francs.

Charbonnages en perte.

Nombre : 50.

Pertes : 2,088,000.

L'excédent des bénéfices sur les pertes reproduit le *boni général* ci-dessus indiqué de fr. 8,741,000 francs.

Les dépenses dites extraordinaires, c'est-à-dire de première installation, de transformation et de grands travaux préparatoires, entrent dans le total des frais pour une somme de 9,588,000 francs. Cette dernière accuse encore une diminution par rapport aux mêmes dépenses de l'année précédente, déjà relativement très réduites.

On trouvera, résumée dans le tableau suivant, la marche de l'industrie houillère en Belgique pendant la période 1861-1887 (27 ans) :

ANNÉES.	PRODUCTION. Tonnes.	Mines en exploitation. Nombre.	BÉNÉFICE. Francs.	Mines en perte. Nombre.	DÉFICIT. Francs.	BÉNÉFICE GÉNÉRAL. Francs.	BÉNÉFICE GÉNÉRAL au tonneau.	OUVRIERS.		PRIX DE VENTE à la tonne.	Dépenses vitriculatives. — Travail à avoir et de préparation.
								Nombre.	Salaire annuel.		
1861	10,057,163	109	43,057,000	81	3,281,000	9,776,000	0.97	81,675	725	10.94	14,372,000
1862	9,935,645	101	40,997,000	77	3,281,000	7,716,000	0.78	80,302	692	10.52	13,382,000
1863	10,345,350	108	40,886,000	73	3,414,000	7,672,000	0.72	79,187	700	10.13	12,538,000
1864	11,158,336	112	42,935,000	72	2,245,000	10,690,000	0.96	79,779	715	9.91	11,558,000
1865	11,840,703	114	46,519,000	55	2,694,000	13,825,000	1.17	82,368	784	10.46	12,304,000
1866	12,774,662	124	25,496,000	47	2,344,000	23,152,000	1.81	86,721	867	11.82	12,919,000
1867	12,755,322	119	22,900,000	52	2,370,000	20,530,000	1.60	93,339	888	12.40	15,586,000
1868	12,298,589	102	13,589,000	66	3,594,000	9,995,000	0.81	89,382	804	10.88	15,501,000
1869	12,942,894	102	12,523,000	68	4,489,000	8,034,000	0.62	89,928	830	10.51	16,474,000
1870	13,697,118	107	16,213,000	62	3,742,000	12,471,000	0.91	91,993	878	10.86	14,767,000
1871	13,733,176	106	17,115,000	62	2,825,000	14,290,000	1.04	91,286	864	11.20	14,492,000
1872	15,658,948	128	37,633,000	39	2,104,000	35,529,000	2.27	98,863	1,047	13.32	15,854,000
1873	15,778,401	142	98,998,000	35	3,503,000	93,495,000	5.93	107,902	1,353	21.40	27,999,000
1874	14,669,029	111	31,529,000	68	8,567,000	22,962,000	1.56	109,631	1,184	16.42	31,589,000
1875	15,011,331	104	23,644,000	71	10,748,000	12,896,000	0.86	110,720	1,163	15.31	30,144,000
1876	14,329,578	84	14,245,000	96	10,487,000	3,758,000	0.26	108,543	1,031	13.55	27,003,000
1877	13,938,523	69	9,508,000	109	10,615,000	(¹)-1,107,000	(¹)-0.08	101,343	835	10.97	20,299,000
1878	14,899,175	66	8,457,000	102	10,000,000	(¹)-1,543,000	(¹)-0.10	99,032	842	9.92	17,468,000
1879	15,447,292	70	8,049,000	96	8,223,000	(¹)-174,000	(¹)-0.01	97,714	809	9.39	14,208,000
1880	16,886,698	85	10,862,000	79	7,016,000	3,846,000	0.23	102,930	920	10.06	17,064,000
1881	16,873,951	77	8,723,000	83	10,192,000	(¹)-1,469,000	(¹)-0.27	101,351	931	9.70	16,541,000
1882	17,590,989	85	10,965,000	73	6,189,000	4,776,000	0.79	103,701	926	10.00	16,922,000
1883	18,177,754	80	11,277,000	73	6,719,000	4,558,000	0.25	106,252	1,006	10.17	17,101,000
1884	18,051,499	78	10,289,000	71	4,030,000	6,259,000	0.35	105,582	914	9.53	13,916,000
1885	17,437,603	81	10,496,000	69	3,559,000	6,937,000	0.40	103,095	812	8.87	11,709,000
1886	17,285,543	77	8,749,000	67	3,598,000	5,151,000	0.30	100,282	783	8.25	9,972,000
1887	18,378,624	90	10,829,000	50	2,088,000	8,741,000	0.48	100,739	815	8.04	9,558,000

(1) Perte.

A fortiori, nous ferons remarquer, comme dans notre précédent compte-rendu, que jamais, durant la longue période envisagée, on a moins dépensé en travaux d'avenir et de grandes préparations que l'année qui la termine, et ce, malgré l'accroissement de la production. Cette décroissance fait ressortir l'esprit d'économie qui a présidé ces dernières années à la marche de l'exploitation. Elle s'explique aussi, en partie, par la baisse des salaires et l'avilissement des prix des objets de consommation.

La suppression de certains sièges d'exploitation amenée par la plus grande concentration des extractions, l'achèvement de plusieurs grands sièges d'exploitation, et la crainte des capitaux d'alimenter de nouvelles entreprises ou même d'aider à la transformation ou au prolongement d'anciennes, sont autant de circonstances qui ont eu pour effet de réduire ces dépenses.

Fabrication du coke.

La situation de cette industrie, souvent annexée à l'exploitation des charbons gras, ressort des chiffres suivants :

CIRCONSCRIPTIONS ADMINISTRATIVES.	FOURS		OUVRIERS. — Nombre.	CONSOMMATION de HOUILLE. — Tonnes.	PRODUCTION EN COKE.	
	Actifs. — Nombre.	Inactifs. — Nombre.			QUANTITÉ. — Tonnes.	VALEUR de la tonne. — Francs.
1 ^{re} division . .	2,600	1,220	1,664	1,856,672	1,368,368	12 04
2 ^e id. . .	1,425	610	601	754,203	534,511	12 49
TOTAUX. .	4,025	1,830	2,265	2,610,875	1,902,879	12 17

La houille enfournée a donc rendu 72.88 p. % de coke.

Le tableau suivant indique quelle a été la marche de cette fabrication pendant la période de 1884 à 1887.

ANNÉES.	NOMBRE D'OUVRIERS.	QUANTITÉS PRODUITES.	VALEUR DE LA TONNE.
		— Tonnes.	— Francs.
1881	2,358	1,834,669	15 98
1882	2,519	2,066,249	17 73
1883	2,474	2,077,051	17 08
1884	2,074	1,812,148	14 87
1885	2,066	1,678,473	13 70
1886	2,218	1,854,173	12 26
1887	2,265	1,902,879	12 17

Le réveil de cette industrie s'est donc accentué en 1887. Et, s'il est vrai que le prix de vente moyen du produit a encore fléchi, nous remarquerons que la baisse n'a pas suivi celle du charbon.

Mouvement commercial de la houille et du coke.

Comme dans les précédents comptes-rendus, nous indiquerons ce mouvement pour la dernière période décennale, d'après les relevés fournis par le Département des Finances.

ANNÉES.	QUANTITÉS EN TONNES.							
	PRODUCTION.	IMPORTATIONS.		ENSEMBLE.	EXPORTATIONS.		CONSUMATION.	
		Houille.	Coke.		Houille.	Coke.		
1878	14,899,175	701,416	20,362	730,505	3,889,411	576,607	4,713,135	10,916,545
1879	15,447,292	727,906	41,571	744,436	4,235,751	596,064	5,087,271	11,104,457
1880	16,866,698	917,033	49,217	944,486	4,525,085	850,346	5,739,865	12,071,319
1881	16,873,951	1,015,870	23,584	1,049,561	4,476,783	914,885	5,783,762	12,139,750
1882	17,590,989	1,043,994	15,082	1,065,540	4,292,025	1,094,620	5,855,768	12,809,761
1883	18,177,754	1,263,334	38,899	1,318,904	4,441,314	996,645	5,865,093	13,631,565
1884	18,051,499	1,223,691	32,813	1,270,567	4,619,192	851,258	5,839,561	13,482,505
1885	17,437,603	1,238,116	22,094	1,269,679	4,338,330	848,726	5,550,786	13,156,490
1886	17,285,543	1,002,671	21,867	1,033,910	4,272,835	907,942	5,569,895	12,749,558
1887	18,378,622	1,016,678	18,788	1,043,518	4,591,000	926,545	5,914,693	13,480,609

Comme dans les comptes rendus des années précédentes, on a converti le coke en houille, en admettant un rendement de 70 kilogr. de coke (nombre rond) pour 100 kilogr. de houille.

On voit qu'en 1887, les importations ont peu augmenté par rapport à 1886, année marquée par une décroissance sensible dans les quantités de charbon et de coke venus du dehors. Quant aux exportations, elles ont progressé. La part des sorties par mer, y compris les approvisionnements des steamers, se serait élevée à environ 250,000 tonnes.

§ 2. — MINES MÉTALLIQUES ET MINIÈRES.

Le tableau suivant fait ressortir la marche de l'exploitation des mines métalliques et des minières pendant la dernière période décennale.

ANNÉES.	MINÉRAIS DE ZINC.		MINÉRAIS DE PLOMB.		PIRITE DE FER.		FER (MINÉRAI LAVÉ).		VALEUR totales. — Franca.	Ouvriers employés. Nombre.
	Quantité. — Tonnes.	Valeur. — Franca.	Quantité. — Tonnes.	Valeur. — Franca.	Quantité. — Tonnes.	Valeur. — Franca.	Quantité. — Tonnes.	Valeur. — Franca.		
1878.	45,293	2,479,000	13,477	1,548,000	21,721	523,000	207,157	1,758,000	6,308,000	4,160
1879.	42,689	2,445,000	9,384	1,087,000	15,577	324,000	195,212	1,567,000	5,123,000	3,638
1880.	38,805	2,242,000	5,434	892,000	7,913	164,000	253,499	1,875,000	5,173,000	3,810
1881.	23,553	1,195,000	3,741	657,000	2,965	49,000	224,882	1,817,000	3,718,000	2,750
1882.	20,443	707,000	2,918	486,000	2,555	21,000	209,212	1,593,000	2,807,000	2,312
1883.	20,738	750,000	1,749	311,000	1,623	18,000	216,490	1,497,000	2,576,000	2,100
1884.	27,606	1,014,000	1,796	257,000	2,243	35,000	176,755	1,280,000	2,586,000	1,926
1885.	18,185	680,000	1,299	187,000	4,533	65,000	187,118	1,311,000	2,243,000	1,788
1886.	19,042	762,000	1,292	194,000	3,209	31,000	153,378	955,000	1,942,000	1,498
1887.	20,879	897,000	548	92,000	3,490	32,000	185,186	1,183,000	2,204,000	1,537

L'ensemble des résultats pour 1887 accuse une certaine amélioration. Si l'exploitation des minerais de plomb tend à disparaître ou à être à peu près suspendue, on constate un accroissement assez sensible dans la production de nos minerais de fer.

Il est vrai que nous avons compris dans ceux-ci les minerais ferromanganésifères dont l'exploitation s'est subitement développée dans plusieurs concessions des bords de la Lienne depuis la construction, dans la vallée de ce nom, d'une voie ferrée de raccordement au chemin de fer de l'Amblève.

Voici quelles ont été les extractions de ce dernier minerai à partir de 1880, année à laquelle la statistique générale des mines commence à les renseigner :

	Tonnes.	Valeurs.
1880	700	fr. 3,500
1881	770	3,850
1882	345	1,750
1883	820	4,100
1884	750	3,750
1885	(suspension des travaux).	
1886	750	9.000
1887	12,750	156,000

Une partie de ce minerai a été même exportée.

§ 3. — CARRIÈRES.

Le tableau ci-après indique la production des carrières, par province et pour tout le royaume.

DÉSIGNATION DES PRODUITS (1).	BRUT.	REACT.	MATER.	LIQ.	LUTINÉ.	LIMBOUR.	LE ROYAUME (2).	
							Quantité.	VALEURS (francs).
Pierres de taille. M ³	2,715	68,693	21,892	24,705	5,165	"	123,170	9,857,000
Caux, moellons et pierres. . . M ³	27,680	756,987	446,430	413,895	65,970	" 100	1,710,902	7,293,000
Pierres à paver. P	24,632,000	31,472,000	11,381,000	14,571,500	704,000	"	79,760,500	6,810,000
Dalles et carreaux. M ²	600	62,435	37,900	13,185	2,550	"	116,670	387,000
Marbre. M ²	"	4,080	6,899	100	45	"	11,124	1,809,000
Ardoises. { P M ²	"	"	1,055,000	"	25,827,000	"	26,882,000	652,000
Pierres à faulx et à rasoir. P	"	"	"	"	"	"	50,000	2,000
Meules en grès. M ³	"	"	55	"	50,000	"	55	8,000
Castine. M ³	"	91,830	2,500	33,100	6,000	"	133,430	205,000
Dolomie. M ³	"	"	"	3,200	"	"	3,200	6,000
Terre à porcelaine. M ³	"	"	81,250	"	"	"	171,186	1,562,000
Terre plastique. T	6,315	83,050	310	571	"	"	27,235	124,000
Marne et craie. M ³	2,500	24,725	340	310	"	2,700	218,799	448,000
Sable. M ³	8,423	107,300	42,400	39,926	20,750	"	25,720	204,000
Silex pour faïencerie. . . M ³	800	16,900	8,020	"	"	"	457,310	1,188,000
Silex et pierres pour empierrement. M ³	103,300	342,500	"	6,910	"	4,600	9,800	54,000
Sulfate de baryte. T	"	9,800	"	"	"	"	166,900	2,604,000
Phosphate de chaux. . . M ³	"	166,900	"	"	"	"	"	"
VALEURS. fr.	2,980,000	17,717,000	6,530,000	4,800,000	1,170,000	17,000	"	33,213,000

(1) En mètres cubes = M³; en mètres carrés = M²; en tonnes = T; en nombre de pièces = P.

(2) Non compris les deux Flandres et la province d'Anvers qui d'ailleurs ne fournissent que des argiles fertiles servant à la fabrication des briques, des carreaux et des tuiles, ainsi que des sables, de même formation, employés, entre autres usages, à la fabrication du verre.

La valeur globale accuse une augmentation de 906,000 francs par rapport à la valeur produite l'année précédente.

Nous avons déjà eu occasion de faire remarquer que les renseignements sur l'exploitation des carrières, recueillis généralement auprès des administrations communales, sont d'une exactitude douteuse, mais qu'ils semblent suffire pour établir des comparaisons d'une année à l'autre.

Aussi rapprochons-nous les résultats globaux de cette exploitation à partir de 1881 :

	Valeur créée.
1881. fr.	38,818,000
1882.	42,297,000
1883.	43,089,000
1884.	36,939,000
1885.	32,746,000
1886.	32,307,000
1887.	33,213,000

En raison de l'importance qu'acquiert l'exploitation des phosphates dans le Hainaut, nous croyons intéressant d'indiquer la marche de cette industrie depuis sa naissance, en 1877.

ANNÉES.	TONNEAUX.	VALEUR. Frs.	PRIX DE LA TONNE. Frs.
1877	3,910	135,600	34 68
1878	5,720	208,900	36 52
1879	7,700	229,300	29 78
1880	15,745	567,000	36 01
1881	30,000	1,130,000	37 67
1882	41,050	1,239,000	30 18
1883	59,800	2,284,000	38 19
1884	69,720	1,792,000	25 70
1885	162,250	3,182,000	19 60
1886	145,520	2,545,000	17 49
1887	166,900	2,604,000	15 60

D'où reprise, en 1887, de la progression de la production, mais diminution à peu près continue de la valeur du produit.

§ 4. — MÉTALLURGIE.

Ainsi que dans les précédents comptes-rendus, les renseignements qui vont suivre concernent les établissements régis par la loi de 1810,

où l'on fond les minerais de fer, de plomb et de zinc, ainsi que les usines, également régies par cette loi, où la fonte de fer est convertie en métal brut (fer ou acier), et le métal brut transformé en produits finis.

A. Hauts-fourneaux.

	1 ^{re} DIVISION.	2 ^e DIVISION.	ROYAUME.	VALEUR	
				totale. Fr.	moyenne par tonne. Fr.
<i>Usines</i>	8	9	17	"	"
{ actives.					
{ inactives	8	1	9	"	"
<i>Hauts-fourneaux</i>	11	18	29	"	"
{ actifs					
{ inactifs	24	1	25	"	"
<i>Ouvriers</i>	1,036	1,483	2,519	"	"
{ Nombre					
{ Salaire journalier moyen . . fr.	2,62	2,70	2,67	"	"
<i>Minerais consommés</i> { belges tonnes.	47,480	149,848	197,328	"	"
{ étrangers "	661,137	788,075	1,449,212	"	"
<i>Scories et mitraille</i>	216,294	63,021	279,315	"	"
	334,234	182,284	516,518	21,506,000	41 64
{ Fonte d'affinage. . . tonnes.	"	67,311	67,311	3,329,000	49 46
{ Id. de moulage . . . "	"	1,703	1,703	119,000	69 79
{ Id. manganésifère . . . "	"	166,428	166,428	8,886,000	53 33
{ Id. Bessemer. "	"	2,619	2,619	131,000	50 02
{ Id. Thomas "	"	"	1,200	109,000	90 83
{ Id. ouvree de 1 ^{re} fusion . . .	1,200	"	"	"	"
<i>Production</i>	335,434	420,347	755,781	34,080,000	45 09
{ ENSEMBLE.					

En 1886, la production avait été de 704,677 tonnes, d'une valeur globale de 30,892,000 francs (1).

Il y a donc eu, en faveur de 1887, un accroissement sensible dans la production, notamment en fonte Bessemer. — De plus, les prix se sont raffermis.

Le tableau ci-après indique les valeurs des diverses catégories de fontes belges pendant la période de 1881 à 1887.

ANNÉES.	Affinage.	Moulage.	Mangandé.	Bessemer.	Thomas.	Ouvrée de 1 ^{re} fusion.	De toutes espèces.
1881. .	52 11	68 35	89 07	87 81	53 66	"	58 54
1882. .	54 26	70 00	89 81	81 24	60 46	80 00	60 26
1883. .	52 32	65 63	83 16	70 38	55 56	79 63	55 60
1884. .	45 76	65 72	74 24	61 34	53 09	"	50 32
1885. .	42 53	50 88	66 46	56 22	54 96	"	45 95
1886. .	39 97	47 27	"	56 95	49 42	100 25	44 02
1887. .	41 64	49 46	69 79	53 33	50 02	90 83	45 09

(1) Une erreur s'est glissée dans la statistique de 1886 et n'a pu être rectifiée que sur un certain nombre d'exemplaires du tiré à part de notre travail.

Au lieu de 701,277 tonnes de fonte d'une valeur globale de 28,423,000 francs, il faut lire : 701,467 tonnes d'une valeur de 30,892,000 francs. L'erreur résulte d'une omission de 400 tonnes en fonte moulée de première fusion d'une valeur de 41,000 francs et d'un manquant de 2,423,000 dans la valeur de la fonte d'affinage dans l'un des arrondissements. — Les valeurs à la tonne de fonte en 1886 ont été corrigées dans le tableau inséré à cette page.

B. Fabriques de fer et usines à ouvrir le fer.

	1 ^{re} division.	2 ^e division.	ROYAUME.	VALEUR	
				totale. Fr.	moyenne par tonne. Fr.
Usines.	{ actives	41	73	"	"
	{ inactives.	42	15	"	"
Fours { à puddler	{ actifs.	355	505	"	"
	{ inactifs.	430	164	"	"
Fours { à réchauffer.	{ actifs.	144	237	"	"
	{ inactifs.	83	104	"	"
Fours { autres (1)	{ actifs.	64	233	"	"
	{ inactifs.	48	96	"	"
Ouvriers	{ Nombre.	10,102	16,066	"	"
	{ Salaire journalier moyen. fr.	2 91	2 97	"	"
Fonte consommée pour fer puddlé.	{ belge. tonnes.	416,573	582,394	"	"
	{ étrangère	12,085	23,529	"	"
Production en fer ébauché		360,852	515,952	38,056,000	73 76
Ebauché consommé pour fer corroyé.		26,458	58,632	"	"
Mitralle.		24,866	49,740	"	"
Production en fer corroyé		40,887	87,627	"	"
Consommations pour ébauchés.		357,458	493,548	8,644,000	98 65
Consommations pour corroyés.		40,698	81,398	"	"
Fers finis (2).	{ mitralle.	71,254	91,602	"	"
		20,348		"	"
Gros fers marchands. tonnes.		130,090	219,280	23,296,000	106 24
Petits fers		76,034	88,058	10,038,000	113 99
Fers spéciaux		42,604	81,957	9,471,000	115 56
Fers battus.		2,370	3,489	844,000	241 90
Rails		1,505	1,765	195,000	110 49
Fers fendus.		10,114	10,114	1,036,000	102 43
Fers serpentés.		13,150	17,600	2,181,000	123 92
Grosses tôles et larges plats		46,305	79,240	10,525,000	132 82
Tôles fines		2,405	32,553	5,992,000	184 07
		ENSEMBLE.	534,056	63,968,000	119 05
		374,577	159,479		

(1) Dormants ou ouvverts. — (2) Y compris les consommations dans les usines utilisées exclusivement pour ouvrir le fer.

Plusieurs de ces usines ont transformé 52,201 tonnes d'acier brut en produits finis qui sont compris dans ceux des aciéries et des usines à ouvrir l'acier, pour une quantité de 43,456 tonnes et une valeur de 5,201,000 francs.

L'année précédente, il avait été produit 470,255 tonnes de fers finis, d'une valeur moyenne de fr. 119-14. — La production en 1887 a donc pu augmenter sans amener une nouvelle dépréciation quelque peu sensible des prix. Il est toutefois à remarquer que la valeur des fontes indigènes d'affinage a subi une certaine hausse.

On trouvera indiquées ci-dessous, les valeurs à la tonne des produits finis pour les années 1881 à 1887.

ANNÉES.	Gros fers marchands.	Petits fers.	Fers spéciaux.	Fers battus.	Rails.	Fers fendus.	Fers serpentés.	Grosses tôles et larges plats.	Tôles fines.	Fers de toutes espèces.
1881.	142 90	147 79	146 69	371 29	142 23	129 74	179 70	182 85	245 37	161 55
1882.	147 02	158 95	148 65	336 30	151 96	133 29	190 87	187 14	260 52	166 81
1883.	138 79	144 81	146 46	287 35	139 19	134 19	171 00	187 52	240 84	159 60
1884.	127 77	130 25	132 28	286 99	127 91	128 91	166 27	166 44	225 24	144 23
1885.	115 93	119 08	118 01	239 04	126 45	109 28	136 37	148 62	211 03	128 46
1886.	106 33	113 10	111 40	245 82	109 71	98 60	126 27	133 00	203 01	119 14
1887.	106 24	113 99	115 56	241 90	110 49	102 43	123 92	132 82	184 07	119 05

C. Acidéries et usines à ouvrir l'acier.

	1 ^{re} Division.	2 ^e Division.	ROYAUME.	VALEUR	
				Totale. Fr.	moyenne par tonne. Fr.
<i>Usines</i>	2	3	5	"	"
{ actives	"	"	"	"	"
{ inactives	1	1	2	"	"
<i>Fours à cuire (Martin et autres)</i>	"	1	1	"	"
{ actifs	"	1	1	"	"
{ inactifs	1	9	10	"	"
<i>Convertisseurs (Bessemer et autres)</i>	1	7	8	"	"
{ actifs	1	25	29	"	"
{ inactifs	4	6	6	"	"
<i>Fours à réchauffer</i>	"	6	6	"	"
<i>Ouvriers</i>	336	2,246	2,582	"	"
{ nombre	325	3,37	3,35	"	"
{ salaire journalier moyen . . . fr	8,963	170,795	179,758	"	"
<i>Fonte consommée, pour aciers</i> tonnes.	12,925	38,890	51,815	"	"
<i>Bruts</i>	3,486	19,459	22,945	"	"
<i>Ribbons et mitraille d'acier.</i>	22,507	193,679	216,186	16,726,000	77 37
<i>Production en lingots</i>	"	13,135	13,135	1,276,000	97 15
{ fondus	21,970	192,074	214,044	"	"
{ battus (Blooms).	"	10	10	"	"
<i>Consommations</i> { lingots fondus.	"	13,905	13,905	"	"
{ belges	"	10	10	"	"
{ étrangers.	"	375	375	"	"
<i>pour aciers finis</i> (1)	"	13,905	13,905	"	"
{ lingots battus.	"	375	375	"	"
{ étrangers.	"	375	375	"	"
<i>Rails</i> tonnes.	2,804	105,380	108,184	11,035,000	102 00
<i>Bandages.</i>	6,246	9,366	15,612	2,003,000	128 30
<i>Aciers laminés divers.</i>	5,091	34,741	39,832	5,042,000	126 58
<i>Aciers battus</i>	"	10,152	10,152	1,219,000	120 07
<i>Grosses toles</i>	"	3,397	3,397	547,000	161 02
<i>Toles fines</i>	"	1,277	1,277	275,000	215 35
<i>Fils d'acier</i>	4,964	8,027	12,991	1,640,000	126 24
ENSEMBLE.	19,105	172,340	191,445	21,761,000	113 67

(1) Y compris les consommations dans les usines mixtes.

En 1886, les usines avaient produit 155,469 lingots fondus, d'une valeur globale de 10,834,000 francs, ainsi que 8,876 lingots battus valant 834,000 francs. Quant aux produits finis, ils s'étaient chiffrés à 137,774 tonnes, d'une valeur de 16,012,000 francs.

Encore plus que le fer, l'acier a subi une augmentation sensible dans la production, et ce, sans grande dépréciation de la valeur moyenne des produits finis à la tonne.

Voici quels ont été les prix moyens des divers produits bruts et finis pendant la période 1881 à 1887.

ANNÉES.	Lingots fondus.	Lingots battus (Billets).	Rails.	Bandages.	Aciers laminés divers.	Aciers battus.	Grosses tôles.	Tôles fines.	Fils d'acier.	Produits finis de toutes espèces.
1881. .	116 04	"	149 71	199 37	225 78	161 85	277 46	250 00	"	163 06
1882. .	112 03	"	134 96	200 30	234 65	158 66	276 36	274 69	340 00	160 47
1883. .	97 68	"	128 54	199 24	226 68	153 60	226 99	260 59	334 93	151 31
1884. .	93 75	110 44	116 55	168 82	163 91	136 28	193 72	265 52	290 86	133 91
1885. .	73 16	"	110 35	158 83	137 38	134 84	166 82	199 56	159 81	124 17
1886. .	69 80	93 96	105 46	138 42	120 14	133 63	158 50	191 37	132 31	116 22
1887. .	77 37	97 15	102 00	128 30	126 58	120 07	161 02	215 35	126 24	113 24

D. Fabrication du zinc. (Fonderies des minerais).

	2 ^e Division. (1)	VALEUR	
		Totale. Fr.	moyenne par tonne, Fr.
<i>Usines</i>	10	"	"
{ actives	"	"	"
{ inactives	"	"	"
<i>Fours</i>	296	"	"
{ actifs	51	"	"
{ inactifs	"	"	"
<i>Nombre moyen en activité</i>	22,684	"	"
{ de creusets	"	"	"
{ de moules	"	"	"
<i>Ouvriers</i>	3,676	"	"
{ Nombre	3,16	"	"
{ Salaire journalier moyen fr.	"	"	"
<i>Minerais consommés</i> tonnes.	20,636	"	"
{ belges	182,025	"	"
{ étrangers	"	"	"
<i>Crasses consommées</i>	"	"	"
<i>Production de zinc brut</i>	80,468	29,038,000	360 86

(1) La fabrication du zinc ne se fait que dans la province de Liège.

En 1886, la production avait été de 79,246 tonnes, d'une valeur globale de 29,038,000 francs.

E. Fabrication du plomb et de l'argent.

	2 ^e Division. (1)	VALEUR	
		Totale. Fr.	moyenne par-tonne. Fr.
Usines actives	2	"	"
Fourneaux de réduction. { à manche	15	"	"
{ à réverbère	9	"	"
{ actifs	2	"	"
{ inactifs	5	"	"
Fours de coupelle	4	"	"
Ouvriers	419	"	"
{ Nombre	2,71	"	"
{ Salaire journalier	1,501	"	"
Minerais consommés.	14,982	"	"
{ belges	6,400	"	"
{ étrangers.	10,044	"	"
Sous-produits consommés.	22,568	"	"
Production		3,496,000	318 20
{ Plomb brut		3,613,000	160 09
{ Argent			

(1) La fabrication du plomb et de l'argent ne s'est faite que dans la province de Liège.

Il avait été produit l'année précédente 8,665 tonnes de plomb et 14,757 kilogrammes d'argent, représentant respectivement les valeurs de 2,686,000 et 2,255,000 francs.

Voici quelles ont été les valeurs moyennes du zinc, du plomb et de l'argent produits pendant la période 1881 à 1887.

ANNÉES.	ZINC (la tonne).	PLOMB (la tonne).	ARGENT (le kilogramme).
	France.	France.	France.
1881	382 74	347 04	189 05
1882	387 16	340 72	186 03
1883	363 11	301 87	178 67
1884	343 72	266 03	184 21
1885	334 35	264 21	177 70
1886	339 60	309 98	166 36
1887	360 86	318 20	160 09

F. Mouvement commercial en 1887.

Ce mouvement, en ce qui concerne les produits métallurgiques envisagés dans ce travail, ressort du tableau suivant :

PRODUITS.	PRODUCTION. — Tonnes.	IMPORTA- TIONS. — Tonnes.	EXPORTA- TIONS. — Tonnes.	CONSOMMATION indigène. — Tonnes.	QUANTITÉS sorties PAR MER. — Tonnes.
Fer (fonte brute) .	755,781	141,462	11,701	885,542	1,267
Fer (produits finis). .	534,056	10,253	335,711	208,598	235,563
Acier (lingots) . .	229,321	443	8,602	221,162	8,384
Acier (prod. finis) .	191,445	2,505	75,309	118,643	63,475
Zinc (non ouvré) .	80,468	1,525	68,227	13,766	17,367
Plomb (non ouvré). .	10,044	10,820	10,401	10,463	867

Nous avons vu dans le premier chapitre de ce compte-rendu quel était le quantum des explorations du charbon et du coke indigènes. Nous avons vu aussi à quelle quantité approximative se chiffrait la sortie par mer.

On remarquera ici que les chiffres de la 4^e et de la 6^e colonne du tableau ci-dessus impliquent, sous la forme de produits métallurgiques, une exportation bien plus importante de nos combustibles.

En effet, en sommant les quantités de charbon belge consommé en 1887 dans les usines métallurgiques dont il a été donné la production, on arrive aux chiffres suivants :

	Tonnes.
Hauts fourneaux	1,185,011 (1)
Fabriques de fer et usines à ouvrir le fer et l'acier.	979,701
Acîéries et usines à ouvrir exclusivement l'acier	161,009
Fonderies de minerais de zinc	399,991
Fonderies de minerais de plomb	19,900
Ensemble.	2,765,603

Soit 16 1/2 p. % de l'extraction nette.

En étudiant de près les renseignements consignés dans le travail de la statistique générale, nous aidant de quelques autres renseignements particuliers et tenant compte de l'élaboration des fontes et des lingots d'acier de provenance étrangère, matières intermédiaires pour la production desquelles n'est intervenue aucune consommation indigène de charbon, nous trouvons que pour la dite année 1887 :

	Tonnes de charbon.
1 tonne de fonte a exigé pour être produite.	1.60
1 tonne de fer de produits finis	3.30
1 tonne de lingots d'acier fondu	2.00
1 tonne d'acier de produits finis	2.40
1 tonne de zinc	5.00

Il résulte de ce qui précède que l'exportation de nos produits métallurgiques bruts (2) a équivalu, en 1887, à une sortie de nos charbons d'environ 1,035,000 tonnes de charbon, quantité plus que quadruple de celle exportée en nature.

§ 5. — MACHINES A VAPEUR (3).

En 1887, on comptait en Belgique 16,367 moteurs à vapeur, d'une force nominale de 842,980 chevaux, activés ainsi que quelques appareils de fabrication par 17,038 générateurs.

(1) Compris le charbon correspondant au coke consommé.

(2) Evidemment la fonte et le fer travaillés en clous, objets de quincaillerie, pièces de forges, engins de grosse chaudronnerie, machines, etc., etc., ont un *équivalent* en charbon encore plus grand que les produits simplement métallurgiques. Mais pour ces produits *travaillés*, le facteur charbon diminue d'importance dans la valeur.

(3) Le service administratif des machines à vapeur est réparti comme suit :

Aux mines : 1° Les machines et les chaudières établies dans les mines, les minières et les carrières souterraines du pays ainsi que celles des usines métallurgiques régies

C'est, par rapport à l'année précédente, une augmentation de 776 générateurs, de 287 machines et de 29,056 en chevaux-vapeur.

La surface de chauffe développée des 17,038 générateurs ci-dessus est estimée à environ 790,000 mètres carrés; elle correspondrait donc à près de 80 hectares.

Le tableau ci-après indique, par province et pour tout le royaume, la répartition des appareils à vapeur dans les différents genres d'industries.

.

par la loi de 1810; 2° les autres machines et chaudières fonctionnant dans les provinces de Hainaut, de Liège, de Namur et de Luxembourg, à l'exception de celles du chemin de fer de l'Etat et des voies navigables.

Aux ponts et chaussées : 1° Les machines et les chaudières fonctionnant sur les voies navigables du royaume; 2° les autres machines et chaudières établies dans les provinces de Brabant, d'Anvers, de la Flandre orientale, de la Flandre occidentale et de Limbourg, à l'exception de celles du chemin de fer de l'Etat, de la marine et de certaines qui ressortissent spécialement au service des mines.

Aux chemins de fer : Les machines et les chaudières affectées au service du chemin de fer de l'Etat.

A la marine : Les machines et les chaudières affectées au service de la marine de l'Etat et des lignes maritimes postales, subsidees par l'Etat.

APPAREILS A VAPEUR

Récapitulation des appareils

NATURE DES INDUSTRIES.	ANVERS.			BRABANT.			FL. OCCIDENTALE.			FLANDRE ORIENT.		
	GÉNÉRATEURS.		MOTEURS.	GÉNÉRATEURS.		MOTEURS.	GÉNÉRATEURS.		MOTEURS.	GÉNÉRATEURS.		MOTEURS.
	Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.	
Charbonnages	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Mines métalliques	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Carrières et scieries de pierres	3	3	27	43	34	895	"	"	"	1	1	1
Métallurgie et travail des métaux	43	48	507	185	180	3,471	15	15	80	61	60	60
Fabrication de machines et d'outils	45	40	003	49	45	771	32	32	207	33	31	31
Fabriques d'armes	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Verreries	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Fabriques de porcelaines et de faïences	"	"	"	5	6	48	10	10	148	"	"	"
Fabriques de produits chimiques	37	38	441	65	64	1,049	11	8	101	26	17	17
Préparation et travail des bois	37	36	768	69	67	1,140	28	28	214	62	61	61
Industrie de la laine	13	10	342	35	16	1,181	8	6	128	10	7	7
Id. du coton et de la soie	"	"	"	33	38	1,888	1	1	22	149	90	90
Id. du lin	10	7	568	16	12	589	161	152	2,601	170	106	106
Blanchisseries et teintureries	16	9	153	68	47	669	44	35	478	69	52	52
Battage des grains	5	5	35	61	62	623	179	179	1,161	53	53	53
Mouture des grains	72	63	2,573	99	87	3,143	133	131	2,248	241	237	237
Brasseries et distilleries	123	122	2,503	225	196	2,997	118	116	999	201	193	193
Fabriques de sucre	35	39	459	73	98	1,887	15	23	327	57	66	66
Id. d'huile	13	17	419	28	22	247	62	62	1,000	92	89	89
Papeteries	62	22	1,247	112	64	2,558	3	3	46	8	9	9
Imprimeries typographiques	13	13	48	26	20	164	9	8	71	8	7	7
Usines diverses	205	258	6,745	380	304	4,858	150	123	863	298	263	263
Service de l'Etat. Service des particuliers. Service de l'Etat. Service des particuliers.	{		Machines fixes .	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	{		Bateaux à vapeur	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	{		Machines fixes .	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	{		Bateaux à vapeur	"	"	"	"	"	"	"	"	"
Service de l'Etat. Service des particuliers. Service de l'Etat. Service des particuliers.	{		Machines fixes .	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	{		Locomotives . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	{		Machines fixes .	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	{		Locomotives . .	"	"	"	"	"	"	"	"	"
TOTAUX.	828	730	17,500	1,581	1,371	28,178	979	932	10,889	1,539	1,342	1,342

vapeur existant au 31 décembre 1887.

HAINAUT.			LIÈGE.			LIMBOURG.			LUXEMBOURG.			NAMUR.			LE ROYAUME.		
GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.		GÉNÉRATEURS. Nombre.	MOTEURS.	
	Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.		Nombre.	Force en chevaux.
550	1,440	80,419	5.9	530	20,161	"	"	"	"	"	"	67	60	3,601	2,315	2,030	122,181
"	"	"	48	38	2,004	"	"	"	2	3	90	22	9	473	72	50	2,567
425	451	7,913	13	13	233	3	3	51	13	13	139	82	82	1,732	583	600	10,499
744	607	19,061	617	738	19,511	3	3	9	34	20	1,604	68	71	2,166	1,770	1,820	46,791
364	306	4,580	186	237	2,602	1	1	6	4	3	14	27	27	120	741	812	9,670
"	"	"	59	58	734	"	"	"	"	"	"	"	"	"	59	58	734
93	80	3,152	23	16	300	"	"	"	"	"	"	27	17	1,781	143	103	5,242
65	56	1,208	"	"	"	"	"	"	1	1	6	22	19	286	103	92	1,606
42	38	563	3	2	22	1	1	9	2	1	5	41	34	308	228	213	2,874
84	85	886	58	56	483	5	5	60	23	21	265	25	24	243	391	383	4,887
26	22	633	306	257	10,622	"	"	"	"	"	"	16	9	347	414	327	13,731
28	21	1,280	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	211	150	11,840
15	9	592	8	7	312	1	1	2	"	"	"	7	7	57	388	301	15,879
13	7	34	81	63	1,800	"	"	"	"	"	"	"	"	"	291	213	4,175
125	125	786	77	77	431	"	"	"	3	3	16	57	57	417	560	561	3,740
216	202	3,491	85	75	1,423	16	15	122	10	10	137	38	35	638	910	855	17,331
350	341	2,740	88	81	524	41	43	550	13	13	70	50	54	430	1,200	1,159	12,267
320	419	4,028	125	163	2,025	25	37	336	"	"	"	30	40	539	689	915	11,528
10	10	175	"	"	"	2	2	57	"	"	"	1	1	8	214	203	3,676
4	7	150	60	61	1,722	"	"	"	1	"	"	31	18	752	281	184	6,883
16	15	71	15	13	41	"	"	"	1	1	3	4	4	11	92	81	420
588	557	7,740	341	349	4,143	18	16	79	7	7	32	48	46	473	2,114	1,923	28,852
Ensemble.															13,778	13,033	337,506
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	7	5	101
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	30	24	3,657
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	18	14	485
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	253	299	26,340
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	171	220	1,988
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	1,820	1,826	307,618
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	51	51	284
"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	855	895	136,001
3,156	4,978	140,711	2,772	2,834	78,291	116	127	1,311	114	105	2,381	663	614	13,831	17,028	16,367	512,080

En faisant abstraction des industries de transport (navigation et chemins de fer) pour n'envisager que les industries minérales, métallurgiques, manufacturières et agricoles, la force des moteurs se trouve distribuée comme suit entre les diverses provinces :

Hainaut	44.36 p. %
Liège	23.20 »
Flandre orientale	10.44 »
Brabant	8.35 »
Anvers	5.29 »
Namur	4.12 »
Flandre occidentale	3.23 »
Luxembourg	0.71 »
Limbourg	0.40 »

Les quatre provinces minières et métallurgiques de Hainaut, de Liège, de Namur et de Luxembourg interviennent donc pour 72.39 p. % dans la force totale des chevaux-vapeur.

§ 6. ACCIDENTS.

A. Mines, minières, carrières souterraines et usines métallurgiques.

Les ingénieurs des mines ont constaté en 1887, par procès-verbaux d'enquête, 198 accidents dans les mines, minières, carrières souterraines et usines métallurgiques du royaume, accidents qui ont occasionné la mort de 303 ouvriers et des blessures graves à 80 autres.

Voici comment se décomposent ces accidents :

	Accidents.	Tués.	Blessés.
Charbonnages	177	286	61
Mines métalliques et minières	4	2	2
Carrières souterraines	4	1	5
Usines métallurgiques	13	14	12
	198	303	80

Le nombre élevé des victimes de l'industrie houillère comprend celles des deux explosions de grisou survenues dans le Couchant de Mons, le 4 janvier au charbonnage de l'Escouffiaux (35 ouvriers tués et

2 grièvement blessés), la seconde le 4 mars au charbonnage des 24 Actions (113 ouvriers tués et 7 grièvement blessés).

La population ouvrière des charbonnages ayant été de 100,739 travailleurs (surface et fond réunis), la proportion des ouvriers tués s'est élevée à 2.84 par mille ouvriers occupés. — En 1886, elle n'avait été que de 1.33 et de 1.82 l'année précédente.

La proportion des ouvriers tués s'est établie comme suit dans les six arrondissements miniers du pays :

		Par 1,000 ouvriers.
1 ^{er}	arrondissement: (Couchant de Mons)	4.48
2 ^e	id. (Centre et partie occidentale de Charleroi)	1.45
3 ^e	id. (Charleroi)	1.42
4 ^e	id. (Province de Namur)	0.99
5 ^e	id. (Province de Liège. — Rive gauche de la Meuse).	1.06
6 ^e	id. (Province de Liège. — Rive droite de la Meuse).	1.08

Le Couchant de Mons a donc été particulièrement éprouvé. Sans ces deux événements meurtriers rappelés plus haut, la proportion s'y fût réduite à 1.39.

En envisageant l'ensemble des arrondissements, la proportion moyenne et annuelle avait été de 2.18 pour toute la période décennale 1877-1886. — Par suite du résultat néfaste de l'année 1887, cette proportion s'élève à 2.32 pour la période 1878-1887.

On trouvera classées dans le tableau ci-après, par nature d'accidents, les victimes de l'industrie houillère en 1887.

Mines de houille. — Ac

NATURE DES ACCIDENTS.		HAINAUT.		
		NOMBRE DES		
		Accidents.	Tués.	Blessés.
<i>Accidents à l'intérieur des travaux.</i>	Accidents survenus dans les puits, tours et descentes servant d'accès aux travaux souterrains (1).	à l'occasion de la translation des ouvriers par éboulements, chutes de pierres ou de corps durs. dans d'autres circonstances (2).	par les câbles, cages, caillats, etc. par les échelles. par les fahrkunst.	12 10 2 2 1 1 8 6 1 1 1 1
	Accidents survenus dans les puits intérieurs et les cheminées d'exploitation.	par l'emploi des câbles des échelles dans d'autres circonstances (2).	1 1 2 1	1 1 1 1
	Éboulements, y compris les chutes de pierres et de blocs de houille, etc., dans les chantiers et les voies.		61 53	1 1
	Accidents causés par le grisou.	Dégagement normal.	Inflammations dues aux coups de mines aux appareils d'éclairage. Défauts divers ou inconnus.	1 113 1 35 1 1
	Accidents causés par le grisou.	Asphyxies d'inflammations d'asphyxies, de projections de charbon ou de pierres, etc.	1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1
	Asphyxies par d'autres gaz que le grisou.		1 1	1 1
	Coups d'eau.		1 1	1 1
	Emploi des explosifs.	Minage Autres causes	8 1	4 1
	Transport et circulation des ouvriers.	sur voies de niveau ou peu inclinées sur voies inclinées où le transport se fait	5 1 18 14 1 1	4 1 1 1 1 1
	Causes diverses (3).		8 4	1 1
	TOTAUX POUR L'INTÉRIEUR.		132 251	4 4
	<i>Accidents à la surface.</i>	Chutes dans les puits	1 1	1 1
		Manœuvres de véhicules	2 2	1 1
		Machines et appareils mécaniques	3 3	1 1
		Causes diverses	3 3	1 1
	TOTAUX POUR LA SURFACE		8 8	1 1
	TOTAUX GÉNÉRAUX.		140 259	4 4

ACCIDENTS.	TUÉS.	BLESSÉS.
13	14	12

Usines (non compris les accidents d'appareils à vapeur)

ts survenus en 1887.

NAMUR.		LIÈGE.			LE ROYAUME.			OBSERVATIONS.
NOMBRE DES		NOMBRE DES			NOMBRE DES			
Tués.	Blessés.	Accidents.	Tués.	Blessés.	Accidents.	Tués.	Blessés.	
»	»	3	2	1	15	12	4	(1) Les accidents survenus aux ouvriers du jour occupés à la recette, sont rangés parmi les accidents à la surface.
»	»	»	»	»	»	»	»	(2) On a exclu de cette subdivision, les accidents dus aux explosions de grisou, aux asphyxies, aux coups d'eau, etc., compris respectivement sous leurs rubriques spéciales.
»	»	»	»	»	2	2	»	(3) On a écarté les décès dus à des causes pathologiques. En 1887, il y a eu deux décès de l'espèce.
»	»	2	2	2	10	8	4	
»	»	»	»	»	1	1	»	
»	»	»	»	»	1	1	»	
»	»	2	2	»	4	3	1	
»	1	14	12	3	76	65	16	
»	»	»	»	»	1	113	7	
»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	1	1	6	2	36	8	
»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	1	1	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	3	1	2	11	5	6	
»	»	»	»	»	1	»	1	
»	»	»	»	»	5	4	1	
»	»	1	1	»	2	2	»	
2	»	2	2	1	22	18	5	
»	»	1	»	1	1	»	1	
»	»	1	»	1	9	4	5	
2	1	30	23	17	165	276	59	
»	»	»	»	»	»	»	»	
»	»	»	»	»	2	2	»	
»	»	2	»	2	5	3	2	
»	»	2	2	»	5	5	»	
»	»	4	2	2	12	10	2	
2	1	34	25	19	177	286	61	

RENSEIGNEMENTS RAPPELÉS.	NOMBRE d'ouvriers	LE ROYAUME.		
		SURFACE.	LIÈGE.	
			NAMUR.	LIÈGE.
Surface.	19,090	644	5,551	25,204
Intérieur.	56,223	1,781	17,841	75,445
Total.	75,322	2,025	23,392	100,739
Production en tonnes.	13,470,060	330,255	4,540,309	18,375,624

La forme de ce tableau date de 1881 (1).

Antérieurement la statistique générale des accidents qui parvenait à l'administration centrale confondait dans un même tableau, pour certaines circonscriptions, les accidents survenus dans les charbonnages et les mines métalliques et même ceux dont les minières et les carrières souterraines avaient été le théâtre. — Le nombre des rubriques classant les accidents par nature était assez restreint et l'une d'elles comprenait à la fois les accidents non spécifiés du fond et ceux de la surface.

C'est en nous aidant des rapports annuels des ingénieurs chefs de service, qui avaient reconnu depuis longtemps l'utilité de considérer l'exploitation charbonnière à part, et, à défaut de ces documents, en consultant les collections des procès-verbaux d'accidents que nous avons pu dresser une statistique rétrospective, isolant les accidents survenus dans les charbonnages et remontant à 1865.

Voici cette statistique :

(1) Cette forme est due à M. l'ingénieur principal F. Guchez qui était chargé à cette époque, du service d'études des accidents à l'Administration centrale.

Tableau des accidents survenus dans les charbonnages de Belgique depuis 1865

ANNÉES.	HAINAUT.				NAMUR.				LIÈGE.				BELGIQUE.			
	Ouvriers occupés.	Accidents.	Nombre.	Tues.	Blessés.	Ouvriers occupés.	Accidents.	Nombre.	Tues.	Blessés.	Ouvriers occupés.	Accidents.	Nombre.	Tues.	Blessés.	
1865.	62,461	110	174	46	2,091	5	3	2	47,816	61	85	20	82,368	176	262	38
1866.	64,973	139	132	30	2,361	10	6	7	19,387	76	67	16	86,721	225	205	53
1867.	69,307	163	149	51	2,694	13	7	6	21,338	57	69	9	93,339	233	225	66
1868.	66,916	161	209	36	2,379	9	3	6	20,087	63	57	22	89,382	233	269	64
1869.	67,660	160	184	24	2,139	7	5	2	20,129	52	44	13	89,928	219	233	39
1870.	68,831	147	143	32	2,193	7	9	9	20,969	61	46	22	91,993	215	198	63
1871.	69,707	130	171	29	2,521	8	7	3	22,058	87	67	27	94,286	225	245	59
1872.	73,683	149	197	19	2,672	8	8	1	22,508	81	98	24	98,863	238	303	44
1873.	79,556	169	181	33	3,450	10	10	3	24,896	91	66	35	107,902	270	257	71
1874.	80,075	152	165	52	3,540	10	7	3	26,016	90	69	51	109,631	252	241	106
1875.	80,629	134	249	26	3,662	11	11	1	26,429	78	92	48	110,720	223	351	75
1876.	79,047	136	133	12	3,773	7	7	1	25,723	69	48	33	108,543	212	188	56
1877.	74,875	114	108	18	3,253	8	7	4	23,215	72	40	43	101,343	194	155	65
1878.	73,660	149	150	29	2,957	6	5	4	22,415	78	45	47	99,032	233	200	70
1879.	73,867	140	258	56	2,691	7	7	4	22,156	70	49	34	98,714	217	314	90
1880.	76,363	144	209	54	3,411	4	3	4	23,456	85	64	33	102,930	233	276	88
1881.	75,214	175	183	59	2,568	5	5	6	23,569	57	108	18	101,351	237	296	77
1882.	77,357	153	151	28	2,650	7	5	5	23,694	76	58	30	103,704	236	214	64
1883.	79,129	164	173	24	2,814	6	6	4	24,309	89	48	47	106,252	259	228	71
1884.	79,189	168	189	40	2,752	9	6	4	23,641	73	41	37	105,582	250	236	81
1885.	76,865	138	155	71	2,766	1	1	4	23,464	41	32	15	103,095	180	188	86
1886.	75,100	134	100	46	2,276	7	4	3	22,906	41	29	28	100,282	182	133	77
1887.	75,322	140	259	41	2,025	3	2	1	23,392	34	25	19	100,739	177	286	61

Pour bien établir si une période d'année a été plus ou moins calamiteuse qu'une autre, la comparaison des nombres des victimes doit s'établir essentiellement sur la catégorie des tués à l'exclusion de celle des blessés, le caractère de gravité des blessures ayant pu dépendre d'appréciations personnelles. Nous remarquerons toutefois que ces appréciations tendent à s'uniformiser, conséquence du second paragraphe de l'article 78 du règlement de police de 1884, qui est venu définir ce qu'on doit entendre par blessure grave (1).

B. — Appareils à vapeur.

Un relevé spécial renseigne quatre accidents survenus en 1887 à autant de générateurs à vapeur.

Deux de ces accidents ont entraîné, ensemble, la mort de quatre ouvriers.

§ 7. — CAISSES COMMUNES DE PRÉVOYANCE EN FAVEUR DES OUVRIERS MINEURS ET CAISSES PARTICULIÈRES DE SECOURS.

Voici quelles ont été en 1887, les recettes et les dépenses des six Caisses communes de prévoyance.

Recettes.

Retenues sur les salaires	Fr. 250,268 53
Cotisations des exploitants	1,155,470 88
Subvention de l'Etat	44,558 71
Subventions des provinces	9,800 00
Autres recettes	305,421 61
Total.	Fr. 1,765,519 73

Dépenses.

Pensions	Fr. 1,382,011 98
Secours.	511,029 70
Droits sur deux successions.	7,176 00
Frais d'administration	47,563 08
Total.	Fr. 1,947,780 76

Malgré l'entrée en recettes de deux legs, s'élevant ensemble à 52,000 francs, dont a bénéficié la Caisse de Liège, les dépenses ont dépassé les recettes d'une somme de plus de 182,000 francs.

Les Caisses particulières de secours ont réalisé une recette de fr. 4,483,198-11, inférieure de fr. 13,114-60 au montant des dépenses.

Bruxelles, septembre 1888.

(1) Par blessure grave, il faut entendre toute lésion qui serait de nature à entraîner la mort ou à nuire dans la suite au travail normal de la victime.

II. — COMPARAISON AU POINT DE VUE DE L'EFFET UTILE DE L'AÉRAGE DES SAS À AIR ET DES CLAPETS BRIART APPLIQUÉS AUX PUIITS SERVANT SIMULTANÉ- MENT À L'EXTRACTION ET À L'APPEL DE L'AIR; NOTE DE M. LARMOYEUX, INGÉNIEUR DES MINES.

Dans le courant de l'année 1887, la Direction du Charbonnage de Monceau-Fontaine et Martinet s'est décidée à remplacer les sas à air des puits d'appel servant à l'extraction des sièges 8 et 10, par des clapets Briart, à cause : 1° de la simplicité plus grande des manœuvres à la surface, et 2° des rentrées d'air moindres.

Il est inutile d'insister sur le premier point, puisque le mécanicien voit la cage et se rend mieux compte de l'effet de ses manœuvres au jour, et que les ouvriers ne doivent plus ouvrir ni fermer de portes.

Quant au second point, excessivement important, il a été reconnu parfaitement exact à la suite d'expériences au Charbonnage de Bascoup, qui n'ont pas été publiées que je sache. J'ai pensé faire œuvre utile en donnant connaissance du résultat des jaugeages qui ont été exécutés au siège n° 8 de Monceau-Fontaine à Forchies : 1° avant l'enlèvement du sas à air ; 2° après son enlèvement et son remplacement par des clapets Briart. Ces jaugeages avaient spécialement pour but de déterminer les rentrées avec les sas à air et les clapets Briart.

Le sas à air était construit en maçonnerie ainsi que la galerie d'accès, et il était surmonté d'une tour en tôle.

Je n'entrerai pas dans les détails de construction des clapets qui sont suffisamment connus.

A titre de renseignement j'indique ci-dessous les dimensions principales du ventilateur Guibal nord en activité pendant les jaugeages, le même qui a servi autrefois à M. Devillez pour ses expériences sur les ventilateurs de ce genre dont il a fait connaître les résultats dans son livre sur « la Ventilation des Mines ».

Diamètre du ventilateur	6 ^m ,00
Diamètre de l'ouïe	3 ^m ,00
Largeur des ailes	1 ^m ,63
Altitude de l'orifice du puits par rapport au niveau de la mer	181 ^m ,00

Les expériences du 29 novembre 1887 ont été faites sur les sas à air; celles du 1^{er} février 1888 et du 3 mai 1888 sur les clapets Briart; en voici les résultats :

	Expérience du 29 novemb. 1887. 1 ^{er} février 1888.	
Hauteur barométrique	743	744
Nombre de tours par 4' de la machine du ventilateur	97	95
Dépressions en millimètres d'eau à l'ouïe du ventilateur	70	70
1 ^o Etage de 124 mètres. Retour des travaux de l'étage de 205 mètres	6 ^m 3,226	7 ^m 3,824
2 ^o Pertes d'air des portes aux étages de 205, 260, 320, 387, 468, 542 mètres	3 ^m 3,225	4 ^m 3,325
3 ^o Etage de 468 mètres. Retour des travaux de l'étage de 542 mètres	12 ^m 3,712	14 ^m 3,746
Total.	22 ^m 3,163	26 ^m 3,895
4 ^o Volume d'air jaugé dans la galerie du ventilateur	25 ^m 3,002	28 ^m 3,060
Rentrée d'air	2 ^m 3,839	4 ^m 3,165

La rentrée d'air par le sas est plus du double de celle par les clapets Briart.

Le 29 novembre 1887 et le 1^{er} février 1888 on s'est placé dans les mêmes conditions de dépression (0^m,070) sans avoir égard au nombre de tours du ventilateur, afin que les résultats des expériences fussent comparables. Cependant, les volumes d'air circulant dans la mine diffèrent beaucoup, parce que le 29 novembre plusieurs couches se trouvaient en étreinte, tandis que le 1^{er} février elles avaient repris leur allure normale. La différence de tours du ventilateur, pour une même dépression, s'explique par le changement des conditions atmosphériques. En effet, si la pression barométrique était demeurée la même à peu de chose près lors des deux expériences, il n'en était point ainsi de la température qui se maintenait le 29 novembre, à quelques degrés au dessus de 0°, tandis qu'elle était descendue le 1^{er} février jusque 12 degrés au dessous de 0°, ce qui avait provoqué un aérage naturel plus énergétique.

J'ai cru utile d'entreprendre, avec MM. les Ingénieurs de Monceau-Fontaine, Bourguignon et Michel, de nouvelles expériences : nous nous sommes placés dans des conditions différentes au point de vue de la dépression; cependant nous avons obtenu des résultats comparables à ceux consignés plus haut. Nous nous sommes servi du même ventilateur Guibal, à attaque directe.

Le 3 mai nous avons observé :

Une dépression à l'ouïe du ventilateur, de 0^m,088 d'eau ;

Id. dans la galerie du ventilateur, de 0^m,080 d'eau ;

Nombre de révolutions de la machine du ventilateur, 105 par 1' ;

Température de l'air à la surface à 6 heures du matin, 7 3/4 degrés centigrades ;

Température de l'air à la surface à 1 heure de relevée, 12 degrés centigrades.

La dépression est demeurée sensiblement constante pendant nos opérations. La vapeur est fournie à la machine du ventilateur par une batterie spéciale de chaudières, indépendante de celle de la machine d'extraction.

La pression barométrique n'a malheureusement pas été observée. Elle devait atteindre 740 millimètres en tenant compte de celle relevée à l'Observatoire de Bruxelles.

1 ^o Etage de 124 mètres. Retour des travaux de l'étage de 205 mètres	9 ^m ,145 par 1"
2 ^o Perte d'air des portes aux étages de 205, 260, 320, 387, 468 et 542 mètres	3 ^m ,348 id.
3 ^o Etage de 468 mètres. Retour des travaux de l'étage de 542 mètres	12 ^m ,070 id.
Total.	24 ^m ,563 id.

4^o Retour général dans la galerie du ventilateur

25^m,948 id.

Rentrée d'air par les clapets Briart

1^m,375 id.

Le volume des courants ventilateurs circulant dans les différents chantiers ne correspond pas à celui relevé le 1^{er} février. Il ne saurait en être autrement par suite des changements apportés en trois mois dans la distribution des travaux. Par contre, les rentrées d'air par les clapets Briart correspondent fort bien ; en effet, elles sont proportionnelles à la racine carrée des dépressions ; désignons par R la rentrée d'air lors de la dernière expérience, R' celle lors de la précédente ; en faisant abstraction de l'aspiration à l'ouïe du ventilateur, ce qui modifie fort peu les résultats, nous avons :

$$\frac{R}{R'} = \frac{\sqrt{88}}{\sqrt{70}} = \frac{9,38}{8,37} = 1,1205.$$

$$R = 1,1205 R'.$$

Remplaçons R' par sa valeur, 1^m,165, nous obtenons

$$R = 1,1205 \times 1,165 = 1,306$$

au lieu de 1^m,375 ; la différence est peu importante.

Si nous cherchons à nous rendre compte comment les rentrées se

font, nous constatons que, pendant la circulation des cages dans le puits, l'air rentre plus particulièrement par les orifices très étroits ménagés pour le passage des câbles métalliques, dans la planche mobile du clapet, et par cette dernière.

La cage, à son arrivée à la surface, soulève le clapet qui glisse entre quatre contreguides; son plancher inférieur forme piston; il laisse perdre plus d'air que le clapet; les rentrées se produisent surtout lorsque la cage doit être élevée au dessus de l'orifice du puits pour être reçue à taquets; cette manœuvre se fait rapidement en 2" ou 3", rarement davantage; elle se répète deux fois à chaque ascension de la cage, lors de la montée et de la descente de celle-ci.

Les taquets s'effaçant, comme ceux du type Strauss, sont préférables à ceux se relevant, parce que plus n'est besoin d'élever la cage au dessus de l'orifice du puits.

Lors des jaugeages, nous sommes demeurés environ une demi-heure dans la galerie du ventilateur; pendant ce temps, l'extraction par le puits d'appel n'a pas été interrompue un seul instant (extraction journalière : 4400 quintaux avec cage à trois étages, à un chariot contenant 400 kilogrammes de charbon); néanmoins, nous n'avons pas constaté de changement bien appréciable dans la vitesse de l'air, et il nous était impossible de reconnaître le moment de l'arrivée de la cage à la surface, bien qu'à cet instant la vitesse de l'air devait augmenter par suite de l'accroissement des rentrées d'air; cet accroissement était trop peu considérable et durait trop peu de temps pour être facilement remarqué; notre anémomètre Biram a accusé, dans quatre expériences successives, 1,460, 1,515, 1,564, 1,405 révolutions en 100", ce qui correspond à une vitesse maximum de 4^m,693 par 1", minimum de 4^m,132 et moyenne de 4^m,4532. Nous avons adopté celle-ci dans nos calculs. La section de la galerie du ventilateur est de 5^m,8268.

Avec le sas à air, la surface de ce dernier, étant beaucoup plus considérable que celle du clapet, l'air rentre en quantité plus considérable; les rentrées se font par les orifices ménagés pour le passage des câbles, par la surface du sas, les fenêtres et les portes qui sont fréquemment ouvertes pour le passage des chariots; les portes ferment moins hermétiquement que les clapets qui viennent reposer sur un bourrelet en caoutchouc; elles présentent des échancrures à leur partie inférieure pour le passage des rails.

Les jaugeages, qui ont été faits avec les sas et les clapets Briart, démontrent à toute évidence la supériorité de ces derniers au point de vue de l'effet utile de l'aérage.

JURISPRUDENCE

DROIT DE PASSAGE SUR LE CHEMIN DE HALAGE DU CANAL DE L'ESPIERRE. — ARRÊT DE LA 3^e CHAMBRE DE LA COUR D'APPEL DE BRUXELLES DU 25 MAI 1887.

En cause de *Etat belge* contre *Héritiers M^{...}*, et *Société du Canal de l'Espierre* contre *C^{...}*.

Attendu que les causes inscrites *sub* n^{os} 8539 et 8782 sont connexes; que la jonction en est demandée et qu'il y a lieu de l'ordonner;

Sur la fin de non-recevoir opposée à l'appel de l'Etat contre les héritiers M^{...} :

Attendu que les héritiers M^{...} n'ont été mis en cause que par la Société du canal de l'Espierre;

Attendu qu'en ce qui les concerne, le seul point litigieux est de savoir s'ils doivent garantir cette société des condamnations qui seraient prononcées contre elle, et que cette contestation est complètement étrangère à l'Etat;

Attendu que celui-ci a, il est vrai, fait signifier son écrit de conclusions du 31 mai 1885, mais qu'il n'a émis vis-à-vis d'eux, comme ils n'ont soulevé à son égard aucune prétention, ni demandé aucune condamnation.

Qu'il n'y a donc pas eu de contact judiciaire formé entre eux, que, par suite, l'appel de l'Etat n'est pas recevable;

Sur la fin de non-recevoir opposée à l'appel de la Société du canal de l'Espierre :

Attendu que la demande tend à faire dire que l'intimé C^{...} a le droit d'exercer une servitude de passage à perpétuité, et gratuitement, sur la digue dépendant du canal de l'Espierre;

Attendu qu'une servitude de passage, ne pouvant s'exercer pour par-

tie, est de sa nature essentiellement indivisible ; que l'action intentée présente donc ce caractère ;

Attendu qu'en matière indivisible, l'appel interjeté en temps utile par l'une des parties profite à celle qui n'a appelé qu'après l'expiration du délai légal ;

Attendu que, vainement, l'intimé prétend que le droit de passage par lui réclamé peut être reconnu vis-à-vis de la société du canal de l'Espierre, et pendant la durée de sa concession, sans exister en même temps vis-à-vis de l'Etat ;

Attendu que la servitude de passage est due par le fonds qui y est assujéti, et non par le propriétaire de ce fonds et les personnes qui ont des droits à y faire valoir, et le grève d'une manière absolue, dans quelques mains qu'il se trouve ;

Attendu que son indivisibilité repousse la distinction faite par l'intimé ;

Attendu que pareille distinction est d'autant moins admissible que l'Etat est seul propriétaire du canal et de ses dépendances, et que la Société n'y a d'autre droit que celui d'en percevoir les péages et autres produits ;

Attendu que l'appel de l'Etat ayant été formé dans le délai légal, la fin de non-recevoir opposée à celui de la Société du canal de l'Espierre n'est pas fondée ;

Au fond :

Sur la demande principale :

Attendu que, dans l'état de la cause et en présence des allégations contraires des parties, c'est à bon droit que le premier juge, à l'effet de s'éclairer sur l'assiette du passage, etc., a, par son jugement du 9 février 1885, ordonné la levée d'un plan des lieux litigieux ;

Que le jugement n'a infligé aucun grief aux appelants et qu'il a, du reste, été rendu tous droits saufs des parties ;

Attendu que la concession du canal de l'Espierre accordée au sieur M^{...}, selon procès-verbal d'adjudication du 9 novembre 1839, l'a été aux clauses et conditions du cahier des charges approuvé par arrêté ministériel du 20 octobre précédent ;

Attendu que par l'arrêté royal décrétant l'exécution du canal, ainsi que par le cahier des charges de la concession et les autres actes y relatifs, l'Etat conférait au sieur M^{...} tous pouvoirs à l'effet d'acquiescer

ou d'occuper et, au besoin, d'exproprier les propriétés qui seraient nécessaires pour l'établissement du canal et de ses dépendances ;

Attendu qu'il n'y était pas stipulé, il est vrai, que les acquisitions se feraient au nom de l'Etat, et que l'art. 38 du cahier des charges disposait qu'à l'époque fixée pour l'expiration de la concession, le Gouvernement serait subrogé à tous les droits du concessionnaire dans la propriété des terrains et ouvrages, mais qu'en raison de la nature même du contrat de concession, les propriétés acquises par le sieur M^{...} pour la construction du canal ne l'étaient pas pour lui-même mais pour le compte et au profit de l'Etat dont il n'était que le délégué et dont le canal devait être la propriété ;

Attendu que par l'acte des 11 juillet-13 septembre 1842, la famille P^{...}, auteur des intimés, a vendu au sieur M^{...}, pour être affectée à la destination ci-dessus, partie d'une terre sise sur Leers-Nord, cadastrée section A, n° 358 et dépendant de la ferme de la Motterie.

Attendu que les intimés fondent leur droit sur ce qu'il a été conditionné au dit acte « que le sieur M^{...} serait tenu de donner gratuitement passage à perpétuité pour chevaux, chariots et bestiaux, sur la « digue dépendant du canal de l'Espierre, à partir du chemin de Leers « à Estaimpuis, pour l'exploitation d'une parcelle de terre séparée par « le canal de la dite ferme, laquelle parcelle est demeurée la propriété « des vendeurs » ;

Attendu que cette parcelle formait un excédent, d'une contenance de 96 ares 90 centiares, actuellement cadastrée section A, n° 358^B, de la terre dont une partie faisait l'objet de la vente ci-dessus ;

Attendu que la servitude réclamée s'exerce sur la portion de la digue comprise entre cet excédent et le chemin de Leers à Estaimpuis ;

Attendu qu'il est établi, et du reste non méconnu, qu'à cet endroit, la digue, de même que le canal et ses dépendances, ont été établis comme ils devaient l'être d'après les plans, sur une propriété située sur le territoire d'Estaimpuis, cadastrée section B, n° 534, et appartenant à une nommée B^{...}.

Attendu que la partie de cette propriété nécessaire à cet effet avait été acquise par le sieur M^{...}, en sa qualité de concessionnaire et pour servir à la construction du canal, selon acte en date du 11 mars 1842 ;

Qu'ainsi, la servitude litigieuse n'a pas été réservée par la famille P^{...} sur le fonds par elle aliéné, mais a été constituée par le sieur M^{...} sur un terrain qui était passé entre ses mains plusieurs mois auparavant pour être affecté à la destination ci-dessus ;

Attendu que le cahier des charges, le plan du canal et aucun autre document relatif à la concession ne contenaient aucune indication et ne faisaient aucune mention du passage;

Attendu que le plan des terrains à exproprier révélait, il est vrai, que l'excédent de 96 ares 90 centiares actuellement cadastré section A, n° 358^B, allait se trouver privé d'accès à la voie publique; que cette circonstance, en frappant cet excédent d'une dépréciation plus ou moins notable, donnait bien lieu envers la famille P^{'''} à une indemnité indépendante de celle lui due pour l'emprise, mais qu'il n'en résulte nullement que, comme l'admet le premier juge, la création du passage ait été prévue comme une conséquence nécessaire à l'exécution de ce plan;

Attendu que les intimés ne sont pas davantage fondés à prétendre que les pouvoirs donnés par l'Etat au sieur M^{'''} d'acheter les terrains impliquaient celui de faire toutes stipulations relatives à ces acquisitions et, par suite, l'obligation, pour l'Etat, de les respecter;

Attendu, en effet, que le sieur M^{'''}, mandataire ou délégué de l'Etat aux fins ci-dessus, ne pouvait agir que dans les limites et aux conditions des pouvoirs qui lui avaient été conférés;

Attendu qu'en vertu de l'art. 3 du cahier des charges tous les terrains, bâtis ou non, devaient être acquis ou occupés par lui et à ses frais; qu'il prenait également à sa charge toutes indemnités pour détérioration de terrains, pour chômage, etc., d'usines, et généralement pour tout dommage résultant des travaux;

Attendu qu'en s'engageant à fournir un passage en nature sur la digue du canal, il n'a eu en vue que de se soustraire au paiement de l'indemnité revenant à la famille P^{'''}, à raison de l'état d'enclave dans lequel allait se trouver l'excédent de la terre dont une partie était emprise, et qu'il a ainsi agi en violation de ses obligations et des conditions de la concession;

Que c'est donc à tort que le premier juge a décidé qu'en concédant le passage litigieux, le sieur M^{'''} n'avait pas dépassé ses pouvoirs;

Attendu, d'ailleurs, qu'une servitude constitue un démembrement de la propriété;

Attendu que les digues d'un canal, comme le canal lui-même, font partie du domaine public;

Attendu qu'à ce titre, étant inaliénables et imprescriptibles, elles ne peuvent être grevées de servitudes;

Attendu que, vainement, on allègue qu'à la date des 11 juillet-13 septembre 1842, le terrain formant l'assiette du passage n'était pas encore entré dans le domaine public ;

Attendu qu'en admettant cette manière de voir et s'il est vrai que le canal n'a été définitivement reçu par l'Etat que le 4 octobre 1843, les termes de l'engagement du sieur M^{...} démontrent que les parties à l'acte des 11 juillet-13 septembre 1842, n'ont stipulé que pour l'époque où le canal serait construit ; qu'au surplus le terrain dont il s'agit ne se trouvait entre les mains du sieur M^{...} qu'à titre temporaire, non pour son compte personnel, mais pour celui de l'Etat, et pour l'employer à l'usage pour lequel il avait été acheté ; que le sieur M^{...} ne pouvait donc en disposer d'une manière quelconque au profit d'un tiers ;

Attendu que, devant la Cour, les intimés se sont fondés sur ce que la bande de terrain, sur laquelle s'exerce le passage, est à une distance de plus de 3 mètres du franc bord du canal et qu'à cet endroit la digue a une largeur plus grande que sa largeur normale, pour prétendre que cette bande ne ferait pas partie du domaine public ;

Attendu que cette prétention de leur part est en contradiction avec les conclusions par eux prises devant le premier juge, le 3 février 1885, et dans laquelle ils disent « avoir toujours soutenu que la bande, « assiette de la servitude, était une dépendance du canal, comme tout « le terrain entre le franc-bord et le ruisseau de l'Espierre » ;

Que, d'ailleurs, il résulte des constatations du géomètre Desbonnets et de l'expert Martroye, qu'elle se trouve entre la ligne d'arbres à haute tige plantés à une distance de 3 mètres du franc-bord et le ruisseau de l'Espierre, qui sert de contre fossé au canal ; qu'elle fait donc partie intégrante de la digue ; qu'en ce qui concerne la largeur de celle-ci, elle est la même sur divers points peu éloignés, là où le cours de l'Espierre a été également modifié, et que si la bande de terrain est à peu près au même niveau que la digue, il n'apparaît d'aucun élément du litige qu'elle aurait été établie par le sieur M^{...} pour être affectée au passage qu'il s'était engagé à donner ;

Attendu qu'en admettant avec le premier juge que l'on doive induire des différents faits constatés dans son jugement, que les agents ou proposés de la Société appelante et de l'Etat aient eux-mêmes considéré le passage comme valablement constitué, cette circonstance n'aurait aucunement la portée qu'il lui attribue ;

Attendu, en effet, que l'existence en fait du passage et l'absence

d'opposition à son exercice de la part des préposés de la Société appelante pendant un grand nombre d'années, n'ont pu le légitimer, puisqu'elle-même n'avait pas qualité pour l'accorder, que relativement à l'Etat, si aucun principe d'ordre public ne s'oppose à la concession de certains droits sur le domaine public, il ne peut en être ainsi, comme le reconnaît le premier juge, que pour autant qu'ils ne soient pas incompatibles avec sa destination d'utilité publique ;

Attendu que les digues d'un canal ne sont pas des chemins affectés au passage du public et à l'exploitation des propriétés riveraines ; qu'elles sont destinées à la conservation du canal, au maintien des eaux dans leur lit, au service du halage et aux autres nécessités de la navigation ;

Qu'ainsi, le silence et l'inaction des agents de l'Etat, tout en constituant de leur part une certaine tolérance, n'ont pu engendrer un droit quelconque sur la digue au profit des intimés ou de leur auteur, et moins encore l'assujettir à la servitude réclamée ;

Attendu qu'en présence des considérations ci-dessus, les conclusions principales des intimés ne sont pas fondées et que la preuve par eux offerte en ordre subsidiaire devant la Cour serait frustatoire ;

Attendu que, par leurs conclusions plus subsidiaires, ils demandent une indemnité représentant la valeur du passage litigieux et la dépréciation résultant de sa suppression pour l'excédent de terrain 358^a du cadastre ;

Attendu que leur réclamation puise son principe dans ce que, l'obligation du sieur M^{...} ne pouvant recevoir son exécution, ils sont en droit d'obtenir la réparation du dommage qu'ils en éprouvent ; qu'il s'agit donc de savoir si l'Etat et la Société appelante sont tenus du fait de ce dernier ;

Attendu que, ainsi qu'il résulte des motifs ci-dessus déduits relativement aux conclusions principales des intimés, le sieur M^{...}, en s'obligeant, comme il l'a fait, envers la famille P^{...}, a excédé les pouvoirs qui lui avaient été donnés ; que l'Etat n'ayant pas ratifié son engagement, celui-ci ne peut lui être opposé ;

Attendu, en ce qui concerne la Société du canal de l'Espierre, qu'en vertu de l'article 41 du cahier des charges de la concession, le sieur M^{...} était autorisé à céder ses droits à telle association qu'il jugerait convenir le mieux à ses intérêts ;

Attendu que les documents produits établissent que, par acte en date du 20 février 1840, il a déclaré vouloir user de cette faculté et

créer une société en commandite par actions ayant pour objet l'exploitation du canal ;

Attendu que cette société a été définitivement constituée et ses statuts dressés par acte des 21 juin, 1^{er} et 10 juillet 1841 et que le sieur M^{...} en a été nommé le gérant ;

Attendu qu'à la suite d'une délibération des actionnaires, elle a été dissoute et remplacée, selon acte du 13 septembre 1845, par la Société anonyme du canal de l'Espierre, appelante au litige ;

Attendu que celle-ci ne méconnaît pas avoir été substituée à la société en commandite, mais conteste que cette dernière soit aux droits et obligations du sieur M^{...}, comme le prétendent les intimés ;

Attendu que la société en commandite n'a pas été partie à l'acte des 14 juillet-13 septembre 1842 ;

Qu'il résulte de sa teneur que le sieur M^{...} y a stipulé en nom personnel et agi, non point comme gérant de la société en commandite, mais en la seule qualité de concessionnaire ;

Que la famille P^{...} n'a donc pu la considérer comme liée par les engagements que le sieur M^{...} prenait envers elle ;

Attendu que c'est en stipulant dans les mêmes termes qu'il s'est rendu acquéreur et a poursuivi l'expropriation des propriétés nécessaires à l'établissement du canal ;

Attendu que les statuts de la société en commandite, invoqués par les intimés, ne justifient pas davantage leur prétention ;

Attendu, en effet, qu'aux termes de l'article 3, elle a été constituée pour l'exploitation du canal, et qu'il y est stipulé que sa durée, fixée à 90 ans, ne prendrait cours qu'à partir du jour où commencerait la perception des droits à la suite de la réception définitive des travaux, et que cet événement ne s'est réalisé que postérieurement au 4 octobre 1843 ;

Attendu que le dit article 3, les articles 6, 7 et 9 et diverses autres dispositions, démontrent que ce qui a été mis en société, c'est la concession, non pas telle qu'elle avait été accordée au sieur M^{...}, mais en tant seulement qu'elle portait sur l'exploitation du canal ;

Que le sieur M^{...} est resté seul personnellement chargé, comme il l'était auparavant, de toutes les opérations généralement quelconques relatives à sa construction (achats de terrains, travaux, etc.) et des dépenses auxquelles elles donneraient lieu, sans aucune exception, jusqu'à la réception par l'autorité compétente et la prise de possession.

qui en serait la conséquence, et ce, exclusivement à ses frais, risques et périls, et sans que la société ait à y intervenir en quoi que ce soit ;

Qu'il s'est engagé à faire apport à la Société du canal entièrement achevé ;

Et qu'en représentation de cet apport, il lui a été fait abandon des 1,800 actions de 1,000 francs chacune, créées pour arriver à l'exécution du travail, moyennant quoi la Société n'entrerait pas autrement dans les dépenses à faire pour constituer l'objet social ;

Qu'il suit de ces considérations que les intimés ne sont pas fondés à prétendre que les obligations du sieur M^{...} envers leur auteur sont passées à la société en commandite ; qu'ainsi leurs conclusions plus subsidiaires ne peuvent non plus être accueillies ;

Attendu que la demande principale étant écartée, il n'y a pas lieu de statuer sur les demandes en garantie formées par l'Etat contre la Société du canal de l'Espierre, et par celle-ci contre les héritiers M^{...} ;

Par ces motifs,

La Cour, ouï M. l'avocat général Staes, en son avis, joint comme connexes les causes inscrites *sub* n^{os} 8539 et 8782 ;

Déclare non recevable l'appel de l'Etat contre les héritiers M^{...} ;

Rejette la fin de non-recevoir opposée à l'appel de la Société du canal de l'Espierre ;

Et statuant au fond, écartant la preuve offerte par les intimés C^{...} et veuve M^{...}, ainsi que toutes autres conclusions, met à néant les appels de l'Etat et de la Société du canal de l'Espierre, en tant qu'ils sont dirigés contre le jugement du 9 février 1885 ;

Et, en ce qui concerne le jugement du 12 mai 1886, met le dit jugement à néant ; émendant, déclare les intimés C^{...} et veuve M^{...} mal fondés en leur action et les en déboute ;

Condamne l'Etat aux dépens de son appel vis-à-vis des héritiers M^{...}, et les intimés C^{...} et veuve M^{...} à tous les autres dépens, tant de première instance que d'appel, envers toutes les parties, sauf toutefois en ce qui concerne ceux de l'arrêt de défaut-jonction, du 13 décembre 1886 et de sa signification qui seront supportés moitié par l'Etat et moitié par la Société du canal de l'Espierre.

DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

II. — SITUATION DU CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES, DU CORPS DES INGÉNIEURS DES MINES ET DU PERSONNEL TECHNIQUE DES CHEMINS DE FER ET DES TÉLÉGRAPHES DE L'ÉTAT.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.

Corps des ponts et chaussées. — Situation au 10 avril 1888

A. — Fonctionnaires en activité.

Directeur général.

1	Lamal (T.-J.), O. 洵, ☆, C. ☆, 洵	1822	3— 2—46 ¹⁸⁰⁰	6— 8—86 ¹⁸⁰⁰
---	---	------	-------------------------	-------------------------

Administrateurs, Inspecteurs généraux

1	Berger (L.-J.), O. 洵, ☆	1824	2— 4—49	26— 9—85
2	de Raeye (J.-F.), O. 洵, ☆, C. F. J.	1826	27—10—52	6— 8—86
3	de Matthys (H.-R.-J.), O. 洵, ☆	1831	1— 3—55	6— 8—86

Ingénieurs en chef, Directeurs de 1^{re} classe.

1	Piens (E.) O. 洵, ☆, ☆ 1 ^{re} classe, 洵	1824	30—10—51	30— 6—82
2	Derote (L.), O. 洵, M. C. A. 1 ^{re} classe, ☆, chargé de la 3 ^e direction à l'Administration centrale	1837	28— 3—60	30— 6—82
3	Trouet (G.), 洵, ☆	1819	15— 7—42	24—12—85
4	Debeil (A.), 洵, ☆ 1 ^{re} classe	1840	12— 8—64	22—11—86
5	De Bruyn (D.-J.), 洵, ☆	1824	1—12—46	21— 7—87

Ingénieurs en chef, Directeurs de 2^e classe.

1	Hans (M.-G.-J.), 洵, ☆	1839	12— 6—65	3— 3—80
2	Pirot (L), 洵	1838	1— 8—65	25— 1—81
3	Ryex (J.), 洵	1835	27— 8—62	30— 6—82

N ^o d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
			1800	1800
4	De Heem (C.-P.), 丞	1840	7-10-65	30-6-82
5	Mailliet (T.-J.-B.-V.), 丞	1840	27-3-66	30-6-82
6	Troost (P.-J.), 丞	1841	24-11-66	30-6-82
7	De Pauw (H.-J.-G.), 丞	1842	24-11-66	6-8-86
8	Lahaye (C.-F.-A.-N.-L.), 丞, détaché à l'Admini- stration centrale	1843	24-11-66	6-8-86
9	Fendius (E.), 丞	1841	2-4-67	6-8-86
10	Bovie (E.-J.-F.), 丞	1845	21-12-67	6-8-86
11	Lagasse (C.-I.-J.), 丞	1845	19-9-68	6-8-86
12	Joniaux (H.-A.), 丞	1846	19-9-68	6-8-86
<i>Ingénieurs principaux de 1^{re} classe.</i>				
1	De Munter (C.), 丞	1836	6-7-60	7-7-79
2	De Groote (F.), 丞	1843	14-10-68	22-11-86
3	Dethieu (A.), 丞, détaché à l'Administration centrale, 3 ^e direction.	1844	27-10-68	22-11-86
4	Blancquaert (D.-J.-B.-L.)	1845	24-7-69	31-12-87
5	Prisse (F.-B.-A.-P., baron), 丞	1846	24-7-69	31-12-87
<i>Ingénieurs principaux de 2^e classe.</i>				
1	Pierrot (J.-A.), 丞	1845	24-7-69	24-12-85
2	De Mey (P.-C.)	1844	24-7-69	24-12-85
3	Deschryver (F.), M. C.	1849	27-8-71	24-12-85
4	Vanderlinden (J.-F.)	1849	9-8-72	22-11-86
5	Berlinne (C.-D.-G.)	1849	9-8-72	28-2-87
6	Coster (W.), 丞	1822	31-3-52	21-7-87
7	Dufourny (A.), chev. de l'ordre de Danebrog, détaché à l'Administ. centrale, 2 ^e direction.	1851	1-7-74	21-7-87
8	Watteeuw (E.-M.-F.)	1844	25-7-73	31-12-87
<i>Ingénieurs de 1^{re} classe.</i>				
1	Dupont (F.-F.), adjoint	1818	9-4-73	29-3-74
2	Genard (H.-E.)	1850	1-7-74	30-6-82

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
3	De Maesschalck (C.-G.-H.)	1850	1800 1-7-74	31-7-84
4	Bourgoignie (L.), $\frac{1}{2}$ 1 ^{re} classe	1850	1-7-74	31-7-84
5	Van Gansberghe (J.-L.-N.)	1852	24-8-75	30-6-85
6	Desaunois (A.-P.-J.-F.), détaché à l'Adminis- tration centrale, 1 ^{re} direction	1853	24-8-72	30-6-85
7	Cornet (A.-F.-A.)	1851	27-6-76	24-12-85
8	Thomas (P.-E.-E.)	1853	20-2-77	24-12-85
9	Lambert (V.-T.-J.)	1852	8-12-77	24-12-85
10	Grenier (L.-T.)	1855	20-7-78	22-11-86
11	Bauwens (O.-F.-D.)	1854	31-12-78	22-11-86
12	Beyaert (J.-J.)	1854	31-12-78	21-7-87
13	Dethy (X.-T.)	1855	21-5-79	21-7-87
<i>Ingénieurs de 2^e classe.</i>				
1	Henricot (F.-P.-L.-J.)	1855	26-7-79	30-6-82
2	Tamine (R.-C.-G.)	1856	28-10-79	30-6-82
3	Fefebvre (E.-A.)	1856	28-10-79	30-6-82
4	Walin (C.-E.)	1856	28-10-79	30-6-82
5	Lemaire (E.-F.-C.)	1855	28-10-79	30-6-82
6	Jacquemin (E.)	1854	28-10-79	30-6-82
7	Prangey (M.-V.-J.)	1856	28-10-79	31-12-83
8	Leboucq (E.-C.-L.)	1856	28-10-79	31-12-83
9	Roufosse (H.-J.)	1855	26-11-79	31-12-83
10	Van Haute (G.)	1855	26-11-79	31-12-83
11	Marote (E.-J.)	1855	26-11-79	31-7-84
12	Guiot (F.-J.)	1854	22-1-80	31-12-84
13	de Somer (A.-A.)	1856	16-11-88	31-12-84
14	Gevaert (E.)	1859	16-11-80	30-6-85
15	Vandervin (H.-J.-G.-P.)	1856	16-11-80	24-12-85
16	Hainaut (E.-A.-R.-C.)	1857	16-11-80	24-12-85
17	Piret (C.-F.-J.)	1855	12-1-80	24-12-85
18	Dehem (A.-A.)	1859	29-10-81	21-7-87

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
19	Roba (A.-C.-J.)	1857	1800 29-10-81	1800 21- 7-87
20	Weyts (A.-H.)	1858	29-10-81	21- 7-87
21	Michex (H.)	1856	29-10-81	21- 7-87
22	Nyssens (J.-F.-G.), F. J., C. C., C. I.; chef du cabinet de M. le Ministre de l'Agriculture, de l'Industrie et des Travaux publics.	1859	18-12-82	21- 7-87
23	Chenu (V.-E.)	1858	18-12-82	31-12-87
<i>Ingenieurs de 3^e classe.</i>				
1	Bouckaert (D.-C.)	1861	18-12-82	30- 6-85
2	Cornu (L.)	1858	22- 1-83	30- 6-85
3	Zanen (F.)	1855	22- 1-83	30- 6-85
4	Herman (G.-J.-C.), détaché à l'Administration centrale	1859	18-12-83	30- 6-85
5	Vander Schueren (P.-J.)	1858	9- 6-84	30- 6-85
6	Froidure (E.-E.-J.-C.)	1861	24-12-84	30- 6-85
7	Piëns (C.-H.-E.)	1860	2- 2-85	30- 6-85
8	Biddaer (E.), détaché à l'Administration cen- trale	1861	26-11-85	26-11-85
9	Conard (J.-J.)	1861	26-11-85	26-11-85
10	Wolters (F.-M.-G.)	1861	26-11-85	26-11-85
11	Hachez (A.-F.-V.-A.-A.)	1865	23-11-86	23-11-86
12	Vaillant (V.-A.)	1862	23-11-86	23-11-86
13	Richald (J.-M.-G.)	1862	3- 4-87	31- 5-87
14	Decossaux (P.-E.-F.)	1863	28- 3-87	6- 9-87
<i>Conducteurs principaux de 1^{re} classe.</i>				
1	Maertens (J.), $\otimes$, $\star$ 2 ^e cl., C. C. A. 1 ^{re} classe.	1821	16- 5-62	30- 6-82
2	Gevaert (J.), $\otimes$, $\star$, $\star$ 1 ^{re} classe	1821	14- 5-44	30- 6-82
3	Rosseele (J.-L.-F.), $\otimes$ C. C. A. 1 ^{re} classe	1824	29- 7-45	30- 6-82
4	Hanus (F.), $\otimes$, $\star$	1821	24- 7-38	31-12-84
5	Baëtens (F.-J.-E.-C.), $\star$	1821	1- 1-50	30- 6-85
6	Paheau (L.), $\star$	1822	10- 3-46	30- 6-85

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
7	Baurin (L.), ✱	1827	5—5—51	22—11—86
8	Richir (P.-J.), ✱	1825	15—6—56	28—2—87
9	Goffinet (J.-O.), ✱	1837	14—7—58	28—2—87
10	Blonden (F.-F.), ✱	1820	1—1—40	21—7—87
11	Leenaert (J.), ✱, ✱ 2 ^e classe	1824	12—1—47	21—7—87
12	Velghe (J.-C.).	1831	8—11—53	31—12—87
<i>Conducteurs principaux de 2^e classe.</i>				
1	Vandenabeele (V.), ✱	1826	17—5—53	13—9—80
2	Cambier (L.), ✱	1830	6—5—53	31—12—83
3	Baceljau (F.-F.-M.), M. C. A. 1 ^{re} classe, C. III	1840	12—8—59	31—12—83
4	Burnotte (J.).	1840	7—11—61	31—12—83
5	Van Staen (E.), ✱ 2 ^e classe	1838	3—10—61	31—12—83
6	D'Anvers (G.-E.), ✱	1838	14—7—58	31—12—84
7	Poncelet (P.-J.-L.).	1837	15—7—61	31—12—84
8	Longrée (M.), adjoint	1824	9—4—73	31—12—84
9	Sancy (E.).	1844	30—4—65	30—6—85
10	Jegers (J.), ✱	1820	14—3—41	30—6—85
11	Deprume (O.).	1841	7—11—65	30—6—85
12	Fanard (F.-J.-B.).	1843	7—11—65	22—11—86
13	Waxweiler (A.-F.-L.).	1844	20—1—66	22—11—86
14	Englebert (A.).	1841	20—1—66	22—11—86
15	Lanser (H.).	1845	24—11—66	22—11—86
16	Nepper (E.-A.).	1845	24—11—66	22—11—86
17	De Vuyst (F.-X.-L.).	1847	21—12—67	22—11—86
18	Destrée (C.-J.).	1844	7—8—68	28—2—87
19	Wauthy (A.-G.).	1848	21—12—68	28—2—87
20	Baey (J.-D.-B.).	1848	21—12—68	21—7—87
21	Huybrigts (J.-F.).	1845	21—12—68	21—7—87
22	Destoop (G.).	1850	22—12—69	21—7—87
23	Page (J.-F.).	1847	21—12—68	21—7—87

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
24	Lannoy (J.)	1848	17— 2—70	21— 7—87
25	Huet (H.-J.-C.)	1824	14— 3—46	31—12—87
<i>Conducteurs de 1^{re} classe.</i>				
1	Papier (J.)	1845	19— 2—68	19—11—79
2	Bonamis (F.)	1843	10— 3—70	15— 2—81
3	Hubaut (F.)	1843	29— 3—70	30— 6—81
4	Perleau (J.-J.)	1850	14—12—70	30— 6—81
5	Jacoby (G.-N.)	1847	14—12—70	30— 7—81
6	Lemaire (H.-E.)	1851	30—11—71	6—11—81
7	Gillet (C.-P.-J.)	1846	30—11—71	30— 6—82
8	Goeders (J.-A.)	1848	30—11—71	30— 6—82
9	Panier (M.-L.)	1851	10—11—72	30— 6—82
10	Goeders (R.-V.)	1852	10—11—71	30— 6—82
11	Nepper (H.-J.)	1847	10—11—72	30— 6—82
12	Delcorde (C.-L.)	1851	6—12—72	30— 6—82
13	Colot (A.)	1850	11—11—73	30— 6—82
14	Bayard (L.-J.)	1851	11—11—73	30— 6—82
15	Piot (V.)	1848	25— 7—71	31— 3—83
16	Michel (F.-A.)	1850	6—12—73	31— 3—83
17	Aelbrecht (J.-F.)	1854	27—11—74	31—12—83
18	Duvigneaud (P.-E.)	1848	27—11—74	31—12—83
19	Thiry (B.-J.)	1855	27—11—74	31—12—83
20	Henry (L.-J.-M.)	1851	27—11—74	31—12—83
21	Gillard (J.-B.)	1847	27—11—74	31— 7—84
22	Ruyssen (A.-L.-M.)	1850	27—11—74	31— 7—84
23	Decroo (A.-A.)	1852	10—11—73	31—12—84
24	Goffinet (L.-J.)	1855	7— 4—76	31—12—84
25	Chleide (E.-J.)	1855	7— 4—76	31—12—84
26	Fouage (F.-J.)	1853	7— 4—76	30— 6—85
27	Mat (J.-B.)	1850	7— 4—76	30— 6—85
28	Lahy (J.-M.-J.)	1853	28— 5—76	22—11—86

Numéro d'ordre	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
29	Delsaux (L.-A.-M.-T.)	1854	24— 7—76	22—11—86
30	Magonette (A.-J.-J.)	1850	10— 8—76	28— 2—87
31	Missotten (F.)	1858	28—10—76	21— 7—87
32	Defrenne (J.-B.)	1855	28—10—76	21— 7—87
33	Evrard (J.-B.)	1855	28—10—76	21— 7—87
34	Courtois (J.-A.)	1855	28—10—76	21— 7—87
35	Huyghe (D.-C.)	1854	28—11—76	21— 7—87
36	Théodor (J.-J.-C.)	1856	8—12—77	21— 7—87
37	Jonckheere (P.-J.)	1857	8—12—77	31—12—87
38	Harroy (H.-D.)	1853	8—12—77	31—12—87
<i>Conducteurs de 2^e classe.</i>				
1	Lesceux (E.-N.)	1853	30— 1—77	19—11—80
2	Remy (A.-J.)	1853	8—12—77	15— 2—81
3	Lamy (J.-J.)	1856	13— 4—78	30— 6—81
4	Vande Castele (A.-J.)	1857	28— 1—78	30— 6—81
5	Mascaux (A.-L.-J.)	1853	31— 1—78	30— 7—81
6	Diant (C.-J.)	1854	15— 2—79	30— 6—82
7	Nève (A.-E.-J.)	1858	15— 2—70	30— 6—82
8	Vandenbossche (G.-J.-B.-F.)	1857	15— 2—79	30— 6—82
9	Heuertz (N.-J.)	1856	8— 4—79	30— 6—82
10	Morel (A.-F.)	1858	29— 5—79	30— 6—82
11	Blaise (E.-D.-A.)	1856	3— 5—79	30— 6—82
12	Halet (M.-E.)	1857	11— 4—79	30— 6—82
13	Roels (F.-C.)	1854	4— 2—79	30— 6—82
14	Fenau (V.-J.)	1857	11— 4—79	31— 3—83
15	Broens (F.-L.-S.)	1859	30—10—79	31— 4—83
16	Doutrelingne (J.-J.)	1858	30—10—79	31— 7—84
17	Wiemer (S.-A.-L.)	1859	26—11—79	31— 7—84
18	Goffinet (B.-J.-B.)	1858	26—11—79	31— 7—84
19	Binamé (L.-J.-C.)	1852	30—10—79	31— 7—84
20	Maréchal (E.-H.-J.)	1856	30—10—79	31— 7—84

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
21	Pierson (J.-J.)	1859	30—10—79 ¹⁸⁰⁰	31— 7—84 ¹⁸⁰⁰
22	Nicolay (N.-E.)	1853	30—10—79	31— 7—84
23	Vanderhaeghen (F.-F.)	1857	15—10—80	31— 7—84
24	Bodard (O.-J.)	1858	30—10—79	31—12—84
25	Renaud (J.)	1859	30—10—79	31—12—84
26	Dujardin (J.-N.-J.)	1857	26—11—79	31—12—84
27	Van Opdenbosch (C.)	1856	29— 5—79	30— 6—85
28	Claeysoone (E.-R.-V.-M.)	1858	13—12—79	30— 6—85
29	Mascaux (P.-A.)	1860	16—11—80	30— 6—85
30	Paschal (H.-F.)	1860	16—11—80	21— 7—87
31	Clesse (E.)	1854	16—11—80	21— 7—87
32	Moreaux (T.-J.-A.-H.)	1858	16—11—80	21— 7—87
33	Ridremont (A.)	1858	16—11—80	21— 7—87
34	Louis (E.-C.)	1859	16—11—80	21— 7—87
35	Bouvard (J.)	1860	16—11—80	31—12—87
36	Goethals (E.-J.-F.)	1859	16—11—80	31—12—87
<i>Conducteurs de 3^e classe.</i>				
1	Roba (A.-L.-J.)	1855	31— 3—81	31— 3—81
2	L'Enfant (A.-J.)	1859	9—11—81	28—11—81
3	Cristel (E.-J.)	1857	9—11—81	28—11—81
4	Collette (E.-J.)	1857	12—11—81	28—11—81
5	Bertrand (V.-J.-J.)	1861	12—11—81	28—11—81
6	Ficherouille (A.-J.)	1859	28—11—81	28—11—81
7	Kenis (J.-L.)	1858	28—11—81	28—11—81
8	Ledoux (E.-L.-J.)	1860	28—11—81	28—11—81
9	Jeanmart (H.-J.)	1859	28—11—81	28—11—81
10	Rabozée (A.-H.-J.)	1858	28—11—81	28—11—81
11	Ensch (M.)	1858	28—11—81	28—11—81
12	Passagez (C.)	1861	28—11—81	28—11—81
13	Vanderhaegen (J.-I.)	1860	28—11—81	28—11—81
14	Decae (A.-J.-M.)	1858	28—11—81	28—11—81

N ^o d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
			1800	1800
15	Dupont (L.-F.)	1861	18-12-82	18-12-82
16	Bouckaert (L.-E.)	1863	18-12-82	18-12-82
17	Dhoosche (J.-J.)	1863	23-10-83	18-12-83
18	Ligot (L.-E.)	1863	18-12-83	18-12-83
19	Grandjean (E.)	1864	5- 3-84	22- 9-84
20	Mertens (R.)	1865	24-12-84	24-12-84
21	Hermal (J.-J.)	1861	31- 3-85	20- 4-85
22	Bouillon (J.-P.-J.-A.)	1861	24- 6-85	28- 9-85
23	Balat (V.-E.-M.)	1861	30-10-85	26-11-85
24	Leplang (L.-A.)	1865	31-10-85	26-11-85
25	Ligot (B.-J.)	1860	14- 1-83	11- 2-86
26	Marchal (G.-V.)	1864	31-12-86	21- 7-87
27	Snepps (J.-R.)	1864	15- 1-87	21- 7-87
28	Gabriel (M.)	1860	26- 1-84	21- 7-87
29	Mousset (F.-J.)	1862	7- 5-84	6- 9-87
30	Ries (J.)	1860	25-11-85	14-12-87
B. — Fonctionnaires en disponibilité.				
<i>Administrateur Inspecteur général.</i>				
1	Boudin (E.-J.), O.   , C. C. A. 1 ^{re} classe, inspect. des études à l'École du Génie civil.	1820	30- 7-43	20- 4-28
<i>Ingenieur en chef directeur de 1^{re} classe.</i>				
1	Wolters (G.-P.-L.-N.), O.   , M. C. A. 1 ^{re} classe, profess. à l'École du Génie civil.	1831	19-11-55	30- 6-82
<i>Ingenieurs principaux de 2^e classe.</i>				
1	Kumps (G.-J.), 	1843	24-11-66	22- 6-78
2	De Burlet (C.-G.-E.),  , directeur général de la Société de construction des chemins de fer vicinaux.	1846	14-12-70	24-12-85
3	Depermentier (L.-F.), répétiteur à l'École du Génie civil	1848	27- 8-74	24-12-85

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
			1800	1800
21	Pierson (J.-J.)	1859	30-10-79	31-7-84
22	Nicolay (N.-E.)	1853	30-10-79	31-7-84
23	Vanderhaeghen (F.-F.)	1857	15-10-80	31-7-84
24	Bodard (O.-J.)	1858	30-10-79	31-12-84
25	Renaud (J.)	1859	30-10-79	31-12-84
26	Dujardin (J.-N.-J.)	1857	26-11-79	31-12-84
27	Van Opdenbosch (C.)	1856	29-5-79	30-6-85
28	Claeysoone (E.-R.-V.-M.)	1858	13-12-79	30-6-85
29	Mascaux (P.-A.)	1860	16-11-80	30-6-85
30	Paschal (H.-F.)	1860	16-11-80	21-7-87
31	Clesse (E.)	1854	16-11-80	21-7-87
32	Moreaux (T.-J.-A.-H.)	1858	16-11-80	21-7-87
33	Ridremont (A.)	1858	16-11-80	21-7-87
34	Louis (E.-C.)	1859	16-11-80	21-7-87
35	Bouvard (J.)	1860	16-11-80	31-12-87
36	Goethals (E.-J.-F.)	1859	16-11-80	31-12-87
<i>Conducteurs de 3^e classe.</i>				
1	Roba (A.-L.-J.)	1855	31-3-81	31-3-81
2	L'Enfant (A.-J.)	1859	9-11-81	28-11-81
3	Cristel (E.-J.)	1857	9-11-81	28-11-81
4	Collette (E.-J.)	1857	12-11-81	28-11-81
5	Bertrand (V.-J.-J.)	1861	12-11-81	28-11-81
6	Fichroulle (A.-J.)	1859	28-11-81	28-11-81
7	Kenis (J.-L.)	1858	28-11-81	28-11-81
8	Ledoux (E.-L.-J.)	1860	28-11-81	28-11-81
9	Jeanmart (H.-J.)	1859	28-11-81	28-11-81
10	Rabozée (A.-H.-J.)	1858	28-11-81	28-11-81
11	Ensch (M.)	1858	28-11-81	28-11-81
12	Passagez (C.)	1861	28-11-81	28-11-81
13	Vanderhaegen (J.-I.)	1860	28-11-81	28-11-81
14	Decae (A.-J.-M.)	1858	28-11-81	28-11-81

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
15	Dupont (L.-F.)	1861	18—12—82 ¹⁸⁰⁰	18—12—82 ¹⁸⁰⁰
16	Bouckaert (L.-E.)	1863	18—12—82	18—12—82
17	Dhoossche (J.-J.)	1863	23—10—83	18—12—83
18	Ligot (L.-E.)	1863	18—12—83	18—12—83
19	Grandjean (E.)	1864	5—3—84	22—9—84
20	Mertens (R.)	1865	24—12—84	24—12—84
21	Hermal (J.-J.)	1861	31—3—85	20—4—85
22	Bouillon (J.-P.-J.-A.)	1861	24—6—85	28—9—85
23	Balat (V.-E.-M.)	1861	30—10—85	26—11—85
24	Leplang (L.-A.)	1865	31—10—85	26—11—85
25	Ligot (B.-J.)	1860	14—1—83	11—2—86
26	Marchal (G.-V.)	1864	31—12—86	21—7—87
27	Snepe (J.-R.)	1864	15—1—87	21—7—87
28	Gabriel (M.)	1860	26—1—84	21—7—87
29	Mousset (F.-J.)	1862	7—5—84	6—9—87
30	Ries (J.)	1860	25—11—85	14—12—87
B. — Fonctionnaires en disponibilité.				
<i>Administrateur Inspecteur général.</i>				
1	Boudin (E.-J.), O.   , C. C. A. 1 ^{re} classe, inspect. des études à l'École du Génie civil.	1820	30—7—43	20—4—28
<i>Ingénieur en chef directeur de 1^{re} classe.</i>				
1	Wolters (G.-P.-L.-N.), O.   , M. C. A. 1 ^{re} classe, profess. à l'École du Génie civil.	1831	19—11—55	30—6—82
<i>Ingénieurs principaux de 2^e classe.</i>				
1	Kumps (G.-J.), 	1843	24—11—66	22—6—78
2	De Burlet (C.-G.-E.),  , directeur général de la Société de construction des chemins de fer vicinaux.	1846	14—12—70	24—12—85
3	Depermentier (L.-F.), répétiteur à l'École du Génie civil.	1848	27—8—74	24—12—85

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
Ingénieurs de 1 ^{re} classe.				
1	Massau (J.), professeur à l'Ecole du Génie civil.	1852	1800 1— 7—74	1800 31— 7—84
2	Aelbrecht (P.-E.-L.)	1852	13—11—76	24—12—85
3	Van Rysselberghe (J.-M.), chargé de cours et répétiteur à l'Ecole du Génie civil	1852	13—11—76	24—12—85
Ingénieurs de 2 ^e classe.				
1	Haerens (E.-P.-J.), répétiteur à l'Ecole du Génie civil	1859	29—10—81	24—12—85
2	Foulon (J.), idem	1858	29—10—81	24—12—85
3	Macquet (G.-F.-G.-L.-M.)	1859	29—10—81	24— 7—87
Conducteurs principaux de 1 ^{re} classe.				
1	Lallemand (J.-J.-V.), ✕, C. C. A. 1 ^{re} classe, attaché à l'Ecole du Génie civil comme maître de topographie	1823	1— 2—50	30— 6—85
2	Seyler (F.-H.-E.)	1825	31— 3—52	22—11—86
Conducteurs principaux de 2 ^e classe.				
1	Cruls (P.-F.-A.), M. C. A. 1 ^{re} classe, attaché à l'Ecole du Génie civil comme maître de topographie	1840	27—11—60	31—12—83
2	André (E.), détaché au Ministère de l'intérieur et de l'Instruction publique.	1842	16— 2—63	31—12—81
3	Toeffaert (D.-M.), attaché à l'Ecole du Génie civil comme maître de topographie	1845	24—11—66	22—11—86
4	Simonis (J.-A.-C.), idem.	1846	19— 2—68	28— 2—87
Conducteurs de 1 ^{re} classe.				
1	Van Hyfte (H.-J.), répétiteur à l'Ecole du Génie civil	1852	21—11—73	30— 6—85
2	Carez (G.-F.), détaché au Ministère de l'Inté- rieur et de l'Instruction publique	1854	7— 4—76	30— 6—85
D. — Ingénieur en chef honoraire.				
1	Dauge (J.-F.), O. ✕, professeur à l'Ecole du Génie civil	1829	27—10—52	8— 4—57
C. — Fonctionnaire en non-activité.				
1	Vanvinckenroye (P.-G.-M.)	1847	12— 9—71	30— 6—82

Noms d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.

Corps des ingénieurs des mines. — Situation au 5 avril 1888.

Section d'activité.

Directeur général.

1	Arnould (G.), 丞, M. C. 1 ^{re} classe	1828	22— 5—52 ¹⁸⁰⁰	2—11—87 ¹⁸⁰⁰
---	---	------	--------------------------	-------------------------

Directeurs divisionnaires.

1	Timmerhans (L.), 丞, ☆ 1 ^{re} cl., M. C. 1 ^{re} cl.	1832	1—12—54	2— 4—86
2	Jottrand (A.) (1), 丞, M. C. 1 ^{re} classe . . .	1826	4—10—50	3—11—87

Ingénieurs en chef, Directeurs d'arrondissement.

*	Depoitier (E.), 丞, ☆ 2 ^e cl., M. C. 1 ^{re} cl. .	1835	10—11—58	2—12—84
1	Harzé (E.) (2), 丞, ☆ 1 ^{re} classe, commandeur des ordres de N.-D. de la Conception de Villa Viçosa et de St.-Stanislas de Russie.	1835	21— 3—58	29— 3—84
2	Malherbe (R.), 丞, M. C. 1 ^{re} classe, comman- deur de l'ordre du Nichan Iftikhar	1835	23—11—50	2— 6—86
3	De Jaer (E.), 丞, M. C. 1 ^{re} classe	1837	9—11—60	2— 4—86
4	Firket (A.), 丞, ☆ M. C. 1 ^{re} classe	1837	10— 2—61	15— 4—86
5	De Jaer (J.), 丞, M. C. 1 ^{re} classe	1838	10— 7—61	3—11—87
6	Smeysters (J.), 丞, ☆ 2 ^e classe	1837	6— 8—62	3—11—87

Ingénieurs principaux de 1^{re} classe.

1	Willem (L.), 丞, ☆ 2 ^e classe	1842	22— 2—65	2— 4—86
2	Schorn (G.) (3), 丞, ☆ 2 ^e cl., M. C. 1 ^{re} cl.	1841	30— 8—65	15— 4—86
3	Malisoux (E.), 丞, ☆ 2 ^e classe	1842	16—11—66	27— 3—88
4	Orman (E.)	1843	26— 8—67	27— 3—88

* Les fonctionnaires dont les noms sont précédés d'un astérisque jouissent du maximum du traitement attaché à leur grade.

(1) Est resté dans la Section de disponibilité pendant 7 années.

(2) Directeur à l'Administration centrale.

(3) Entré au corps le 8 décembre 1861, il en est sorti le 21 février 1865 et rentré le 30 août 1865.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
<i>Ingenieurs principaux de 2^e classe.</i>				
-	*Witmeur (H.), 浜, ✱ (1)	1843	21-12-67	3-8-87
1	Fineuse (E.)	1844	14-12-69	2-2-86
-	Roberti-Lintermans (F.) (2)	1847	12-6-71	2-4-86
2	Faly (J.)	1847	31-10-72	27-3-88
3	Desvachez (J.)	1847	5-12-73	27-3-88
4	Minsier (C.)	1847	11-12-73	27-3-88
<i>Ingenieurs de 1^{re} classe.</i>				
1	*Dejardin (L.), ✱ 2 ^e classe.	1849	24-11-71	2-12-84
2	*Hubert (H.)	1849	31-10-72	26-3-85
3	*Banneux (Ph.)	1849	5-12-73	25-5-85
4	*Libert (J.)	1853	21-11-74	12-12-86
5	*Watteyne (J.)	1850	21-11-74	12-12-86
6	*Marcette (A.)	1850	21-11-74	3-8-85
7	Halkin (E.), ✱ 2 ^e classe	1852	16-11-75	2-2-86
8	Jacquet (J.), 𐄂	1852	29-1-76	2-4-86
9	Macquet (A.)	1853	29-11-76	27-3-88
10	Julin (J.)	1853	15-12-76	27-3-88
<i>Ingenieurs de 2^e classe.</i>				
1	*Delacuvellerie (L.), ✱ 2 ^e classe	1852	28-6-77	11-7-84
2	*Ledent (A.)	1855	5-9-79	10-12-84
3	*Beaupain (J.-B.)	1853	31-1-81	12-12-86
4	*Lechat (V.)	1858	18-11-81	12-12-86
5	*Bochkoltz (G.)	1859	18-11-81	12-12-86
6	*Demaret (J.)	1857	18-11-81	3-8-87
7	Larmoyeux (E.)	1859	18-11-81	2-2-86

* Les fonctionnaires dont les noms sont précédés d'un astérisque jouissent du maximum du traitement attaché à leur grade.

(1) Attaché à l'Administration centrale.

(2) Détaché au service spécial du grisou et des accidents.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
			1800	1800
8	Pepin (A.)	1861	24-11-82	2-4-86
9	Ledouble (O.)	1860	24-11-82	30-4-87
10	Stassart (S.)	1858	20-4-83	27-3-88
<i>Ingenieurs de 3^e classe.</i>				
1	*Namur (L.)	1859	21-7-83	23-7-85
2	*Plumier (C.)	1863	12-12-83	18-12-85
3	*Masson (E.)	1862	25-10-84	25-10-86
4	*Demeure (A.)	1862	25-10-84	25-10-86
5	*Braive (E.)	1860	14-12-84	12-12-86
6	*Demaret (L.)	1859	28-9-85	30-9-87
7	Jottrand (F.)	1863	3-11-85	— —
8	Hubar (P.)	1862	2-2-86	— —
9	Daubresse (G.)	1862	2-4-86	— —
10	Henrotte	1864	18-6-87	— —
Section de disponibilité.				
<i>Ingenieur en chef.</i>				
1	Chaudron (J.), C. 丞, ✱	1822	30-4-43	28-1-87
<i>Ingenieur principal.</i>				
1	Guchez (F.) (1), 丞	1838	12-4-64	29-3-86
<i>Ingenieur de 1^{re} classe.</i>				
1	Van Scherpenzeel Thim (L.) (2)	1850	3-6-75	2-2-86

(*) Les fonctionnaires dont les noms sont précédés d'un astérisque jouissent du maximum du traitement attaché à leur grade.

(1) Inspecteur des établissements dangereux, insalubres ou incommodes.

(2) Consul général de Belgique à Moscou.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la mise en disponibilité.
Ingénieurs de 3 ^e classe.				
1	Dumont (G.), 𐄂.	1821	12— 8—46 ¹⁸⁰⁰	25— 3—60 ¹⁸⁰⁰
2	De Vaux (A.).	1821	9— 7—47	6— 7—52
Ingénieurs des mines à la retraite conservant le titre honorifique de leur grade.				
Jochams (F.), C. 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Directeur général honoraire.				
Van Scherpenzeel Thim (C.), C. 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Id.				
Laguesse (T.), O. 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Ingénieur en chef, Directeur honoraire.				
Lambert (Ch.), O. 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Directeur divisionnaire honoraire.				
Hamal (Ch.), O. 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Id.				
Geoffroy (A.), 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe, D. C. 1 ^{re} classe, chevalier de l'ordre d'Albert de Saxe. Ingénieur en chef, Directeur honoraire.				
de Simony (H.), 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Id.				
Bougnnet (E.), 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe, médaille d'or. Id.				
Scareériaux (L.), 𐄂, C. C. 1 ^{re} classe. Ingénieur de 1 ^{re} classe, honoraire.				

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.

**Personnel technique des chemins de fer et des télégraphes
de l'Etat. — Situation au 31 juillet 1888.**

Administrateurs.

			1800	1800
1	Belpaire (A.-J.), G. O. 洑, ✕, C. C. A., C. ✕, O. C. C., Ste-A. 2 ^e classe	1820	14-5-41	27-11-77
2	Thiriar (D.-A.-J.), O. 洑, ✕, M. C. A. . . .	1824	26-18-54	6-10-81
3	Dubois (A.-A.-L.), O. 洑, M. C. A., O. ✕, C. F. J., C. I. C. (P.), C. C. C., C. T., C. F. 3 ^e cl.	1838	15-10-60	6-10-81

Inspecteurs généraux.

1	Schaar (E. E. A.), O. 洑, ✕, M. C. A., ✕ . .	1834	5-11-57	31-12-80
2	Dutilleul (O.-P.-J.), O. 洑, ✕, M. C. A., F. J., C. F. 3 ^e classe.	1824	4-11-58	6-10-81
3	Vogelaere (P.), O. 洑, ✕, M. C. A., C. R. 4 ^e cl.	1831	6-4-59	10-6-82

Directeurs d'administration (au maximum).

1	Ramaeckers (C.-H.-B.), O. 洑, M. C. A., C. F. J., O. St. J. P.	1840	30-8-61	3-10-81
2	Blancquaert (I.-P.-F.), O. 洑.	1838	24-10-63	30-6-85
3	Gondry (H.-E.), O. 洑, O. ✕, C. T., O. C. C.	1845	16-12-66	31-12-87
4	Goffin (F.-E.), 洑, M. C. A.	1840	15-2-62	31-12-87

*Directeurs de service (p) et Ingénieurs en chef (A) ou principaux (B) Inspecteurs
de direction (au maximum).*

1	Bika (L.-J.), (B) 洑, ✕, M. C. A.	1836	9-6-58	30-6-81
2	Bemelmans (E.-F.), (A) 洑, M. C. A., C. R. 4 ^e cl. Ste-A. 3 ^e classe	1838	18-9-61	31-12-83
3	Hubert (E.), (A) 洑, ✕, C. R. 4 ^e cl., M. T. 5 ^e cl.	1840	20-10-64	31-12-83
4	Docteur (F.-E.), (p) 洑.	1838	20-10-64	31-12-83
5	Steinmetz (A.-M.-A.), (p) 洑, M. C. A. . .	1838	6-2-62	30-6-85
6	Courtin (A.-J.), (p) 洑.	1840	6-5-65	31-12-85
7	De Paepé (A.-A.-G.), (p) 洑, O. C. C. . .	1836	30-7-64	31-12-87

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion
Directeurs de service (D) et ingénieurs en chef (A) ou principaux (B) Inspecteurs de direction (au minimum).				
1	Bollis (C.-V.-L.), (D) 湊	1843	27— 9—65 ¹⁸⁰⁰	31—12—85 ¹⁸⁰⁰
2	Van Mierlo (C.-H.), (D) 湊.	1844	28—12—65	31—12—85
3	Masui (L.-R.), (D) 湊	1837	24—12—70	31—12—86
Ingénieurs en chef (A) ou Ingénieurs principaux (B) de 1 ^{re} classe (au maximum).				
1	Bertrand (R.-A.-C.), (A) 湊	1842	10— 9—66	31— 6—86
2	Picard (L.-A.-G.), (A) 湊	1841	24— 2—66	31—12—86
3	Massange (M.-F.-A.-L.), (A) 湊, C. C. . . .	1846	31— 1—71	30— 6—87
Ingénieurs en chef (A) ou Ingénieurs principaux (B) de 1 ^{re} classe (au minimum).				
1	Ghilain (P.-N.), (A) 湊	1848	10—12—70	30— 6—85
2	Sarton (A.-A.-M.-J.), (A) 湊	1845	28—11—70	30— 6—85
3	Wurth (J.-F.-X.), (B) 湊	1834	1— 1—73	30— 6—85
4	Bury (M.-A.-J.), (A) 湊.	1846	31— 1—71	30— 6—87
Ingénieurs en chef (A) ou Ingénieurs principaux (B) de 2 ^e classe (au maximum).				
1	Mathieu (E.-J.), (A) 湊	1847	14— 9—71	30— 6—85
2	Bozet (L.-E.-J.), (A) 湊.	1848	14— 9—71	30— 6—85
3	De Rudder (E.), (A) 湊 C. C.	1847	14— 9—71	30— 6—85
4	Vankerkhoven (H.-F.-E.), 湊 (A)	1846	20— 8—72	30— 6—85
5	Claes (A.), 湊 (A)	1845	28— 7—71	31—12—85
6	Lambert (C.-G.-F.), 湊 (A)	1848	20— 8—72	31—12—87
7	De Busschere (L.-A.-T.), (A)	1847	20— 8—72	30— 6—88
8	Flamme (J.-B.-M.-J.-C.), 湊 (A)	1847	16— 3—72	30— 6—88
9	Dejaer (J.-E.-J.-L.), (A) 湊	1843	21— 2—71	30— 6—88
Ingénieurs en chef (A) ou Ingénieurs principaux (B) de 2 ^e classe (au minimum).				
1	Tondelier (C.-F.-V.), (A)	1851	25— 7—73	30— 4—84
2	Dutrieux (H.-E.-P.), (A)	1850	25— 7—73	30— 6—85
3	De Bernard de Fauconval (L.-E.-M.-G.), (A).	1844	27— 5—69	30— 6—87

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion
Ingénieurs de 1 ^{re} classe (au maximum).				
1	Maréchal (A.-J.-G.).	1846	24—12—70 ¹⁸⁰⁰	30—6—81 ¹⁸⁰⁰
2	Boty (A.).	1844	31—3—72	31—12—84
3	Cortail (M.).	1846	28—1—73	31—12—87
4	Gérard (E.-A.-J.), ✱	1848	14—8—73	31—12—87
5	Weens (J.-J.).	1845	26—12—70	31—12—87
6	Lechien (A.).	1849	17—7—72	31—12—87
7	Courtois (J.-A.).	1846	30—6—72	30—6—88
8	Levarlet (C.-N.-J.), (1).	1841	21—2—70	30—6—88
9	Hodeige (M.-T.-A.).	1850	30—11—73	30—6—88
10	Degraux (J.-A.-C.), 𐄂.	1850	30—11—73	30—6—88
Ingénieurs de 1 ^{re} classe (au médium).				
1	Leblanc (F.-A.).	1842	10—2—73	30—4—84
2	Muls (L.-D.-A.), (1)	1844	16—3—73	31—12—84
3	Dery (J.-E.), 𐄂.	1851	30—11—73	31—12—84
4	Motte (A.).	1851	1—7—74	31—12—85
5	Robinson (D.-L.).	1849	21—11—74	31—12—87
6	Isbecque (A.-P.-B.-G).	1846	19—6—73	31—12—87
7	Lhoest (G.-A.).	1849	21—11—74	31—12—87
8	Laguesse (C.-V.).	1851	16—11—75	30—6—88
9	Thirionet (L.-F.-J.).	1849	16—11—75	30—6—88
Ingénieurs de 1 ^{re} classe (au minimum).				
1	Baudart (F.-E.-E.).	1850	16—11—75	31—12—84
2	Vanpeteghem (F.-J.), ✱ M. C.	1853	16—11—75	31—12—84
3	Wellens (C.-F.-J.).	1850	16—11—75	31—12—84
4	Flamache (A.-L.).	1854	30—6—76	31—12—84
5	Loizelier (L.-J.).	1844	30—9—71	14—4—85
6	Janvier (H.-C.-J.).	1844	3—7—67	30—6—85
7	Depuydt (H.).	1851	14—2—77	31—12—85

(1) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
8	Becquevort (E.-O.)	1851	14-2-77 ¹³⁰⁰	31-12-85 ¹⁸⁰⁰
9	Motte (L.-E.)	1853	28-2-78	31-12-87
10	Hermans (J.-B.-F.)	1851	50-6-78	31-12-87
11	Bruneel (F.-A.-F.)	1855	30-6-78	31-12-87
12	Jacquet (E.-G.-J.)	1854	7-10-78	30-6-88
13	Ryziger (C.)	1854	31-10-78	30-6-88
14	Corteil (C.-M.-H.)	1855	10-2-79	30-6-88
15	De Rechter (F.)	1856	4-3-79	30-6-88
16	Tihange (L.-L.-E.)	1855	26-12-78	30-6-88
17	Braet (G.-M.-B.), ✱, C. Ric, P., T.	1855	25-3-79	30-6-88
18	Fagnart (C.-A.-J.)	1856	25-3-79	30-6-88
19	Van Bogaert (R.-C.-M.)	1856	5-4-79	30-6-88
<i>Ingenieurs de 2^e classe (au maximum).</i>				
1	D'Or (F.) (1)	1818	15-3-72	1-11-83
2	Francken (E.)	1855	6-5-79	30-4-84
3	Wittebroodt (L.-D.-C.-A.)	1853	12-5-79	30-4-84
4	Thiery (M.-C.)	1853	12-5-79	30-4-84
5	Charles (N.-L.-E.)	1854	15-7-79	31-12-84
6	Heymans (J.-F.)	1852	15-7-79	31-12-84
7	Gilbert (V.-P.-F.-L.)	1858	18-8-79	31-12-84
8	Houbotte (L.-C.-S.)	1852	18-8-79	31-12-84
9	Serruys (J ^e -P.-C.-M.)	1852	18-8-79	31-12-85
10	Wolff (C.-J.)	1855	18-8-79	31-12-85
11	Huet (O.-D.)	1852	9-9-79	31-12-87
12	Slaghmuylder (C.)	1854	22-1-80	31-12-87
13	Breda (L.-J.)	1857	27-1-80	31-12-87
14	Dewandre (F.-A.-J.)	1856	14-2-80	31-12-87
15	Vander Rydt (H.)	1857	6-3-80	31-12-87
16	Dassesse (C.-A.-L.-M.)	1855	6-6-80	31-12-87

(1) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
17	Godfroid (V.)	1855	6— 6—80	31—12—87
18	Bastin (C.-A.-J.)	1856	6— 6—80	31—12—87
19	Hardenpont (C.-F.-J.)	1855	6— 6—80	31—12—87
20	Verlinden (J.-C.-A.)	1855	6— 6—80	30— 6—88
21	Dejaer (J.-E.-T.)	1855	30— 6—80	30— 6—88
22	Vanden Bogaerde (H.-J.-A.-M.)	1857	16—11—80	30— 6—88
23	Denys (L.-A.)	1857	16—11—80	30— 6—88
24	Kin (E.-M.)	1856	16—11—80	30— 6—88
<i>Ingenieurs de 2^e classe (au minimum).</i>				
1	Chalant (J.-A.-P.-J.)	1857	7— 2—81	30—12—84
2	Gillot (J.)	1857	15— 3—81	31—12—84
3	Janssens (H.-G.-E.)	1857	25— 1—81	31—12—85
4	Doyen (J.-J.)	1855	15— 3—81	31—12—87
5	Pinsmaille (A.-L.-H.)	1855	15— 3—81	31—12—87
6	Lonneux (N.-F.)	1857	23— 7—81	31—12—87
7	Deschrynmakers (L.-L.-G.)	1856	23— 7—81	30— 6—88
<i>Ingenieurs de 3^e classe (au maximum).</i>				
1	Leblan (A.-F.)	1855	29—10—81	31—12—85
2	Vanden Bogaerde (J.-P.-H.)	1857	29—10—81	31—12—86
3	Laduron (F.-P.-A.)	1858	12— 1—82	31—12—86
4	Dupuis (E.)	1856	12— 4—82	31—12—86
5	Schindeler (E.-M.-J.-H.-L.)	1855	12— 1—82	31—12—86
<i>Chefs de section principaux (au maximum).</i>				
1	Fouquet (H.-J.),  ,  , C. C. A. (1).	1825	10— 1—41	30— 6—85
2	Coisne (C.-L.-J.),  ,  ,  , C. C., M. C. A.	1832	1— 7—56	31—12—81
3	Losseau (E.),  , M. C. A.	1830	31—12—60	31—12—81
4	Deisser (G.-S.),  , 	1826	28— 2—82	29— 2—83

1) Architecte principal à titre personnel

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
			1800.	1800.
5	Smith (H.), ✕	1830	1- 1-73	30- 4-84
6	Dekinder (H.-J.), ✕, ✕, M. C. A.	1828	30- 6-56	30- 4-84
7	Basse (A.-L.-E.), M. C. A.	1838	31- 7-60	30- 4-84
8	Vandenbogaerde (A.-A.), (2)	1839	22- 8-62	31-12-87
9	Chaumont (J.-J.-A.), M. C. A.	1840	28-11-59	31-12-87
10	Deghilage (L.)	1838	24-12-70	31-12-87
11	De Blicke (G.-F.), ✕, M. C. A. (1)	1836	15- 4-61	31-12-87
12	Gaffé (C.-E.), ✕	1836	1- 1-73	30- 6-88
13	Collin (J.)	1842	16- 2-64	30- 6-88
<i>Chefs de section principaux (au minimum).</i>				
1	Barnard (V.)	1819	1- 1-73	31-12-81
2	Goffinet (H.-A.)	1842	31- 7-63	30- 4-84
3	Brouet (J.-L.)	1843	18- 1-66	31-12-87
4	Moyson (O.-P.-C.) (2)	1840	18- 4-63	31-12-87
5	Havertain (A.-J.)	1844	28- 2-65	30- 6-88
<i>Chefs de section de 1^{re} classe (au maximum).</i>				
1	Cambrelin (C.)	1826	24-12-70	30- 6-82
2	Nicolas (F.-J.)	1839	28- 2-65	30- 6-82
3	Backeljau (T.), (2)	1843	16- 2-65	30- 6-82
4	Gorissen (E.-G.-J.), ✕, M. C. A.	1839	28-11-58	30- 6-82
5	Orban (M.-H.-E.)	1839	20- 6-66	30- 6-82
6	Kholer (J.-J.-A.)	1843	26- 6-66	30- 6-82
7	Stevens (J.-J.) (2)	1825	1- 2-58	31-12-82
8	Paschal (J.-J.)	1841	9- 1-66	31-12-82
9	Van Noorbeeck (E.-L.-L.), ✕, M. C. A.	1826	1- 6-60	30- 4-84
10	Maertens (J.-B.), (2)	1830	1- 2-54	30- 4-84
11	Clavel (L.-N.-A.)	1834	15- 3- 81	30- 4-84
12	Servranckx (L.-J.-H.)	1844	24-12-70	30- 4-84
13	Delchambre (J.)	1846	24-12-70	30- 4-84

(1) Architecte à titre personnel.

(2) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
14	Barnard (A.-J)	1843	30—11—74 ¹⁸⁰⁰	31—12—87 ¹⁸⁰⁰
15	Léonard (P.)	1841	28— 2—66	31—12—87
16	Wisselez (J.-T.-J.), M. C. A.	1838	31— 3—61	31—12—87
17	Jacquemin (F.-J.)	1846	31—12—67	31—12—87
18	Defyn (J.)	1843	18—12—66	31—12—87
19	Spanoghe (A.-F.-M.)	1842	20— 6—67	31—12—87
20	Dewit (C.-C.)	1845	20— 6—67	31—12—87
21	Staelens (J.-A.)	1848	31—12—67	31—12—87
22	Seulen (F.-J.)	1845	29—12—68	31—12—87
23	Carlier (A.-A.), (1)	1842	24— 9—72	31—12—87
24	Aelbrecht (C.-L.)	1848	29—12—68	30— 6—88
25	Hurion (A.)	1837	24—12—70	30— 6—88
26	Navez (A.-M.) (1)	1836	16— 4—64	30— 6—88
<i>Chefs de section de 1^{re} classe (au minimum).</i>				
1	Bonet (J.-J.-L.)	1820	1— 4—52	30— 6—82
2	Cornez (A.-S.)	1816	24—12—70	30— 4—84
3	Heyse (G.)	1846	30—11—69	30— 4—84
4	Vanden Abeele (L.)	1849	12— 3—70	31—12—87
5	Demey (G.)	1847	15—11—70	31—12—87
6	Robinet (H.-J.)	1848	15—12—70	31—12—87
7	Cambier (L.-C.-H)	1842	14—12—66	31—12—87
8	André (A.)	1848	15—12—70	31—12—87
9	Stasino (P.)	1849	15—12—70	31—12—87
10	Roffiaen (E.-D.-A.)	1850	15—12—70	30— 6—88
11	Grange (J.-F.-C.)	1845	9— 6—69	30— 6—88
12	Henrion (H.-I.)	1845	15—12—70	30— 6—88
13	[Kneip (J.-N.)	1846	31— 7—70	30— 6—88
<i>Chefs de section de 2^e classe.</i>				
1	André (L.-F.-J.)	1849	15—12—70	30— 4—84
2	Boset (L.-S.-A.)	1851	15—12—70	30— 4—84

(1) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
3	Smagge (J.-B.-E.-A.).	1849	15-12-70 ¹⁸⁰⁰	30-4-84 ¹⁸⁰⁰
4	Dallemagne (F.-J.-M.).	1849	31-1-73	31-12-84
5	Tournay (J.-F.).	1848	3-3-70	30-6-86
6	Ridremont (J.).	1848	15-12-70	31-12-87
<i>Sous-chefs de section de 1^{re} classe (au maximum).</i>				
1	Viroux (L.).	1846	16-8-70	31-12-81
2	Knepper (N.).	1850	18-12-71	31-12-81
3	Delhalle (J.-T.).	1851	18-12-71	31-12-81
4	Martin (A.-J.-E.), ✕	1834	1-1-73	31-12-81
5	Wilwerth (J.-P.).	1843	1-1-73	31-12-81
6	Houssa (O.-F.-J.).	1842	1-1-73	31-12-81
7	Baudart (A.).	1849	18-12-71	31-12-81
8	Jacquemin (E.-B.).	1850	18-12-71	31-12-81
9	De Flines (P.-J.-E.).	1848	18-12-71	31-12-81
10	Lehoucke (M.-N.).	1849	18-12-71	31-12-81
11	Gurickx (J.-B.-G.).	1842	13-8-69	31-12-81
12	Mascaux (P.-J.).	1848	12-2-72	31-12-81
13	Camus (J.-J.).	1850	12-2-72	31-12-81
14	Thibesart (L.-J.).	1851	3-9-70	31-12-81
15	Dejardin (F.-A.) (1).	1848	30-11-72	31-12-81
16	Burton (F.-A.).	1848	16-12-72	31-12-81
17	Antoine (L.-J.).	1843	16-12-72	31-12-81
18	Bernard (J.-E.).	1850	16-12-72	30-6-82
19	Remans (N.-A.).	1846	12-2-72	30-4-84
20	Goethals (E.-A.-G.).	1849	12-3-73	30-4-84
21	Poncelet (A.-I.).	1850	20-3-73	30-4-81
22	Otten (P.-J.).	1851	25-3-73	30-4-84
23	Plateau (E.-E.-F.).	1848	19-6-73	30-4-84
24	Leloir (E.-J.-B.).	1848	24-6-73	30-4-84

(1) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
25	Dasse (P.-J.)	1847	30 — 7-73	30 — 4-84
26	Compyn (P.-C.-J.)	1850	21-11-73	30 — 4-84
27	Remy (F.-J.)	1847	21-11-73	30 — 4-84
28	Quenon (A.)	1848	1 — 1-78	30 — 4-84
29	Moreau (E.-J.-A.)	1835	1 — 1-78	30 — 6-85
30	Helin (E.-J.-B.-G.)	1853	21-11-73	17-10-85
31	Robert (E.-J.)	1844	1 — 1-73	30 — 6-87
32	De Jonge (C.-P.-A.)	1848	7 — 1-71	31-12-87
33	Rolland (C.-J.)	1847	28 — 1-74	31-12-87
34	Deschamps (A.-H.-J.)	1847	1 — 7-73	31-12-87
35	Jacoby (J.-B.)	1853	8 — 5-76	31-12-87
36	Moulin (N.-J.)	1854	8 — 3-76	31-12-87
37	Préat (L.)	1853	22 — 6-76	31-12-87
38	Devos (E.-H.-H.)	1853	20-12-70	31-12-87
39	Courtois (C.)	1853	10-10-76	31-12-87
40	Jaumain (F.-J.-A.)	1853	8 — 3-77	31-12-87
41	Préat (E.-F.-J.)	1855	8 — 3-77	31-12-87
42	Simon (P.)	1856	8 — 3-77	31-12-87
43	Haversin (A.-J.-A.)	1851	26-10-76	31-12-87
44	Deisser (M.-J.-L.)	1857	24 — 4-80	31-12-87
45	Petit (L.-J.) (1)	1851	10 — 1-78	31-12-87
46	Legros (H.-J.)	1852	30 — 4-78	31-12-87
47	Fouage (E.)	1856	9 — 7-78	31-12-87
48	Delanote (D.-A.-M.) (1)	1856	4 — 2-78	31-12-87
49	Stainforth (G.-L.)	1854	23-10-75	31-12-87
50	Nagant (M.-J.)	1853	27 — 7-76	31-12-87
51	Burck (A.-A.)	1858	5 — 4-79	30 — 6-88
<i>Sous-chefs de section de 1^{re} classe (au minimum).</i>				
1	Boon (C.-G.) ✕	1821	1 — 1-73	31-12-73
2	Delulle (C.-H.)	1849	16-12-72	30 — 6-81

(1) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
3	Chenot (G.)	1853	14-6-75	31-12-81
4	Puissant (J.-J.-A.)	1854	16-8-76	31-12-81
5	Bevel (M.-T.)	1852	7-10-78	31-12-82
6	Kneip (H.-A.)	1856	5-4-79	31-12-84
7	De Bock (E.)	1854	5-4-79	30-6-85
8	Trigalet (J.-G.)	1852	17-5-79	30-6-85
9	Mascaux (R.-F.)	1857	17-5-79	30-6-85
10	Delulle (G.-L.)	1854	17-5-79	31-12-85
11	Gabriels (E.-C.-G.)	1858	26-5-79	30-6-86
12	Degraer (A.)	1852	29-7-76	30-6-86
13	Werotte (E.-N.-J.)	1854	20-3-79	30-6-86
14	Vercheval (F.-D.)	1855	19-5-79	30-6-86
15	Marinus (G.-A.-G.), (1).	1853	27-7-79	30-6-86
16	Siméon (L.)	1850	30-4-78	31-12-87
17	Tellier (L.-J.)	1854	13-12-79	31-12-87
18	Dandoy (J.-J.-A.)	1859	13-12-79	31-12-87
19	Simon (A.)	1853	2-7-77	31-12-87
20	Bourgeois (C.-M.-A.)	1854	30-1-80	31-12-87
21	Bomblet (A.-L.-J.)	1857	3-3-80	31-12-87
22	Lecomte (C.-E.)	1856	1-9-79	31-12-87
23	Piret (F.-A.-E.-G.)	1855	4-6-80	31-12-87
24	Hallez (E.-E.-J.)	1858	30-5-79	31-12-87
25	Destrée (C.-J.)	1855	12-9-80	31-12-87
26	Canart (V.-J.)	1852	12-9-80	31-12-87
27	Simon (J.-A.-C.)	1853	13-9-80	31-12-87
28	Dormal (E.-H.-J.)	1853	14-7-80	31-12-87
29	Goffin (L.-P.)	1861	28-10-80	31-12-87
30	Heyman (A.)	1858	2-12-80	30-6-88
31	Perleau (E.)	1858	2-12-80	30-6-88
32	Salpêtrier (E.-H.)	1859	2-12-80	30-6-88

(1). Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
Sous-chefs de section de 2 ^e classe (au maximum).				
			1800	1800
1	Paulissen (E.-M.-G.)	1858	2-12-80	30-4-84
2	Robinet (A.-J.-E.)	1854	22-12-80	30-4-84
3	Biard (E.-A.)	1857	29-12-80	31-12-84
4	Ruwet (F.-H.-M.)	1856	29-12-80	31-12-84
5	Théodor (G.-C.)	1858	29-12-80	30-6-85
6	Laguesse (V.-J.-E.-J.)	1858	4-1-81	30-6-85
7	Regniers (F.)	1858	29-3-81	31-12-85
8	De Smet (J.-B.)	1854	30-4-81	31-12-85
9	Heymans (J.-J.)	1851	18-5-81	30-6-86
10	Stievenart (V.-E.-A.)	1857	21-11-80	30-6-86
11	Vereycken (C.-L.)	1857	30-11-80	30-6-86
12	Dubuisson (J.-V.)	1857	27-12-80	30-6-86
13	Maton (J.-E.-P.)	1852	15-7-81	31-12-87
14	Baelen (H.-D.)	1851	23-2-81	31-12-87
15	Coppieters (O.-E.-J.-G.)	1855	28-7-81	31-12-87
16	Hecq (D.-A.-J.)	1860	28-7-81	31-12-87
17	Feys (M.-E.)	1859	25-5-81	31-12-87
18	Dechainaux (F.-A.-H.)	1853	6-9-81	31-12-87
19	Moreau (J.-T.-J.)	1858	15-4-81	31-12-87
20	Vercammen (L.-M.-F.)	1856	4-11-81	31-12-87
21	Henne (O.-F.-J.) (2).	1857	4-11-81	31-12-87
22	Dewez (J.) /	1857	12-11-81	31-12-87
23	Carez (A.)	1860	28-11-81	31-12-87
24	Bodart (A.-L.-M.)	1860	28-11-81	31-12-87
25	Coettermans (A.-C.-F.), (1)	1853	21-6-81	31-12-87
26	Leboutte (B.-A.)	1858	6-10-81	31-12-87
27	Séaut (P.-H.-G.)	1856	7-4-82	31-12-87
28	Hubain (A.-C.-J.)	1861	30-11-81	31-12-87

(1) Déduction faite des interruptions de service.

(2) En congé sans traitement (Arrêté du 30 juin 1888).

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
29	Maquinay (H.-J.-E).	1858	1800 29-12-81	1800 31-12-87
30	Dispersyn (L.-F.-M.)	1856	15-6-82	31-12-87
31	Moulin (H.-J.)	1861	20-12-82	31-12-87
32	Sielbo (G.-L.)	1859	28-11-81	30-6-88
33	Segaert (G.-P.-M.) (1)	1859	7-8-82	30-6-88
<i>Sous-chefs de section de 2^e classe (au minimum).</i>				
1	Frérotte (F.-J.-G.)	1860	31-8-87	29-2-88
2	Capette (A.-C.-L.-C.)	1860	29-12-87	30-6-88
3	Pineur (O.-J.)	1863	29-12-87	30-6-88
4	Mascaux (H.-E.)	1862	29-12-87	30-6-88
5	Vankerckhoven (G.-L.)	1862	29-12-87	30-6-88
6	Golard (A.-L.-J.)	1861	29-12-87	30-6-88
<i>Chimiste.</i>				
1	Roussel (E.-J.)	1851	14-3-73	30-4-84
<i>Chimiste-adjoint.</i>				
1	Canerman (E.-T.) (1)	1854	6-4-80	31-8-85
SERVICE DES TÉLÉGRAPHES.				
<i>Directeur général.</i>				
1	Delarge (F.-H.), O. ㄥ, ㄥ, C. R. 3 ^e cl, O. S. G.	1840	28-1-65	23-5-88
<i>Directeur d'administration.</i>				
1	Banneux (J.-P.), ㄥ, O. ㄥ, C. F. 3 ^e cl. . .	1846	27-2-69	30-5-88
<i>Ingenieur en chef de 1^{re} classe (au minimum).</i>				
1	Evrard (F.), ㄥ, C. F. J.	1846	28-2-71	31-12-87

(1) Déduction faite des interruptions de service.

Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
Ingénieur de 1 ^{re} classe (au maximum).				
1	Le Duc (F.-H.)	1846	¹⁸⁰⁰ 20-5-73	¹⁸⁰⁰ 31-12-85
2	Dumont (H.-J.-J.), 崇, St-M. 1 ^{re} cl., M. T. 5 ^e cl.	1848	27-12-73	30-6-88
Ingénieurs de 1 ^{re} classe (au médium).				
1	Goffart (A.-J).	1851	20-12-75	31-12-87
2	Gérard (E.-M.) (1) 崇	1853	18-11-79	30-6-88
Ingénieurs de 2 ^e classe (au maximum).				
1	Lambotte (L.-L.), M. O. C.	1857	27-4-81	31-12-87
2	Boulvin (R.), St-M. 1 ^{re} cl.	1860	19-11-81	31-12-87
Ingénieur de 2 ^e classe (au minimum).				
1	Delville (T.-J.)	1857	30-1-82	31-12-86
Ingénieurs de 3 ^e classe (au maximum).				
1	Frenay (H.-N.)	1859	19-11-84	31-12-86
2	Close (J.-L.-M.-E.)	1860	13-10-85	30-6-88
Ingénieurs de 3 ^e classe (au minimum).				
1	Roosen (M.-H.-A)	1861	1-2-87	1-2-87
2	Piérard (E.-L.-J.)	1864	15-2-88	15-2-88

(1) Détaché au Département de l'Intérieur et de l'instruction publique.

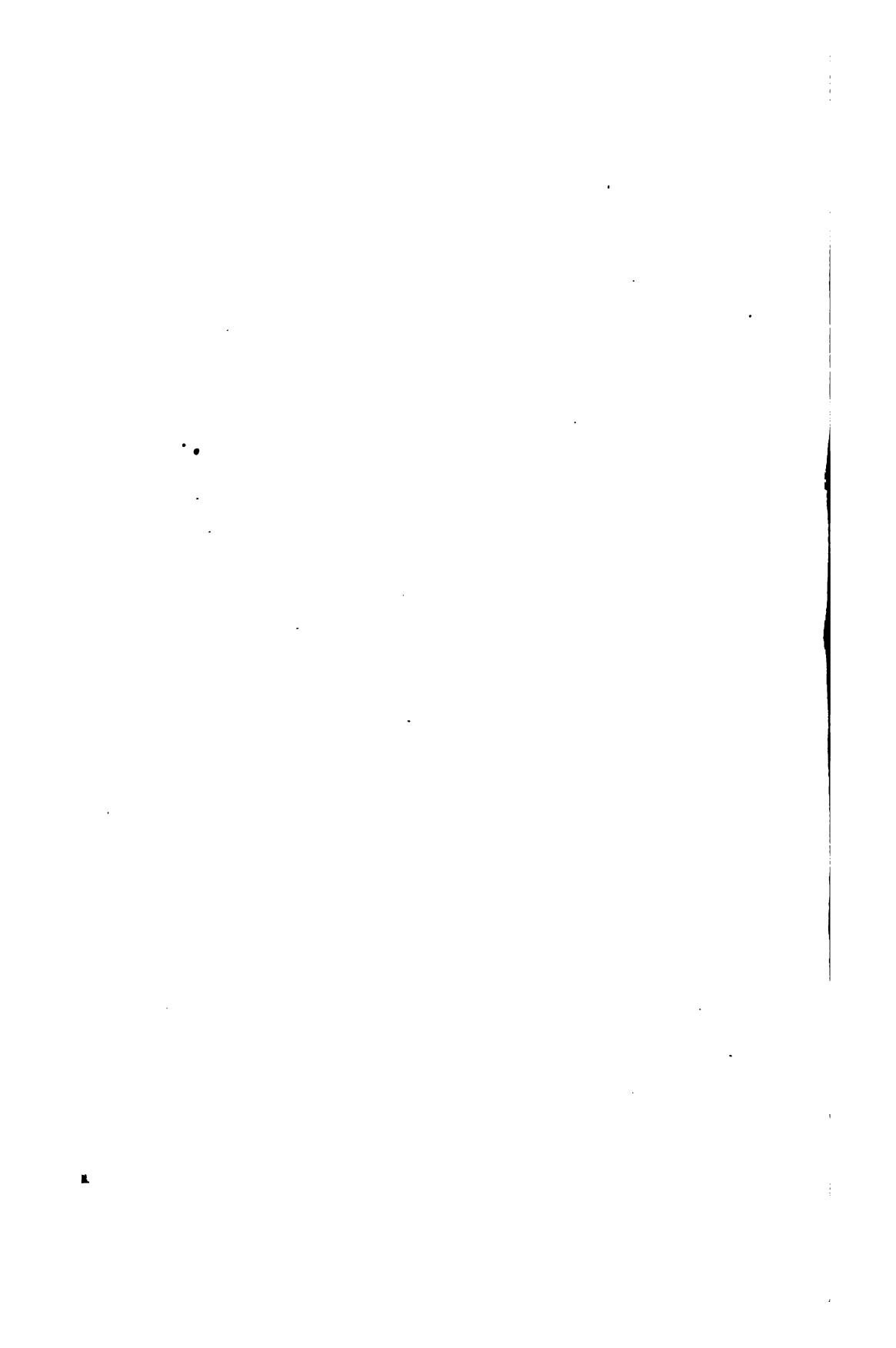
Numéro d'ordre.	NOMS ET INITIALES des PRÉNOMS.	ANNÉE de la naissance.	DATES	
			de l'entrée au service.	de la dernière promotion.
Architecte principal (à titre personnel).				
1	Gody (J.-L.-E.-E.), O. 崇, O. 大 C. R.	1844	9- 3-65 ¹⁸⁰⁰	31-12-87 ¹⁸⁰⁰
Sous-architecte (au maximum).				
1	Vander Aa (L.-C.)	1845	19- 6-73	31-12-84
Chef de section de 1 ^{re} classe (au minimum).				
1	Badoux (F.-J.-A)	1848	31- 8 -70	31-12-86
Chefs de section de 2 ^e classe (au maximum).				
1	Muls (A.-M.-V.)	1929	15-12-73	31-12-87
2	Teisser (G.-E.-N.)	1852	16- 9-74	31-12-87
Chef de section de 2 ^e classe (au minimum).				
1	Druez (F.-L.-P.)	1851	2- 2-71	30- 6-88
Sous-chefs de section de 1 ^{re} classe (au maximum).				
1	Lassance (P.-J.)	1855	15- 5-78	30- 6-87
2	Van Houcke (A.-H.-L.)	1858	12- 1-81	30- 6-88
Sous-chefs de section de 1 ^{re} classe (au minimum).				
1	Baudart (E.)	1859	31-12-81	30- 6-86
2	Lhoest (C.-P.-J.)	1853	25- 1-82	31-12-87
Sous-chefs de section de 2 ^e classe (au maximum).				
1	De Pauw (J.-F)	1856	12- 1-74	31-12-84
2	Dery (T.-J.)	1855	25- 1-82	30- 6-85
Sous-chef de section de 2 ^e classe au(minimum).				
1	Dussart (C.-A.-J.-E.)	1862	15- 2-88	15- 2-88

Signes employés pour les décorations.

※	Ordre de Léopold.
✙	Croix de fer.
✖	Croix commémorative.
✱	Croix commémorative du cinquantenaire des Chemins de Fer.
✚	Croix civique pour acte de courage et de dévouement.
✖ M. C.	Médaille civique id. id.
D. M.	Décoration militaire.
✖	Ordre de Guillaume (Pays-Bas).
✱	Ordre de la Légion d'honneur (France).
A. B.	Ordre de l'Aigle Blanc (Russie).
A. M.	Ordre de l'Aigle Mexicaine.
A. R.	Ordre de l'Aigle Rouge (Prusse).
A. S.	Ordre d'Albert le Valeureux de Saxe.
B. Er.	Ordre de la Branche Ernestine de la Maison de Saxe.
C. III.	Ordre de Charles III (Espagne).
C. C.	Ordre de la Couronne de chêne (Pays-Bas).
C. C. A.	Croix civique pour ancienneté.
C. F.	Ordre de la Couronne de fer (Autriche).
CH.	Ordre du Christ (Portugal).
C. I.	Ordre de la Couronne d'Italie.
C. R.	Ordre de la Couronne royale (Prusse).
C. R ^{le} .	Ordre de la Couronne de Roumanie.
C. S.	Ordre de la Couronne de Saxe.
C. V.	Ordre de N.-D. de la Conception de Villa-Viciosa (Portugal).
C. W.	Ordre de la Couronne (Wurtemberg).
D.	Ordre de Danebrog (Danemark).
E. P.	Ordre de l'Étoile polaire (Suède).
E. S.	Ordre de l'Épée (Suède).
F.	Ordre de Frédéric (Wurtemberg).
F. B.	Ordre du Faucon blanc (Grand-Duché de Saxe-Weimar).
F. I.	Ordre de François I ^{er} .
F. J.	Ordre de François-Joseph (Autriche).
G.	Ordre des Guelphes.

- G. M. Ordre de la Guadeloupe (Mexique).
H. S. ' Ordre de Hohenzollern-Sigmaringen.
I. C. Ordre d'Isabelle la Catholique (Espagne).
J. Médaille pour la guerre de Java (Pays-Bas).
L. A. Ordre de Léopold (Autriche).
L. N. Ordre du Lion Néerlandais (Pays-Bas).
L. S. Ordre du Lion et du Soleil (Perse).
L. Z. Ordre du Lion de Zachringen (Grand Duché de Bade).
M. A. A. Croix du Mérite, en argent (Autriche-Hongrie).
M. A. V. Croix de Mérite, en argent, de l'ordre Vendique.
M. C. Médaille commémorative de la Guerre de 1870-1881.
M. C. A. Médaille civique pour ancienneté.
M. C. C. Médaille commémorative du cinquantenaire des Chemins de fer.
M. E. M. Médaille de l'expédition du Mexique (France).
M. M. Ordre du Mérite militaire.
M. M. B. Ordre du Mérite militaire (Bavière).
M. M. E. Ordre du Mérite militaire (Espagne).
M. M. F. Médaille militaire (France).
M. M. M. Médaille du Mérite militaire (Mexique).
M. N. E. Ordre du Mérite naval (Espagne).
M. O. C. Croix du Mérite, en or, avec la Couronne (Autriche).
M. Ste-H. Médaille de Ste-Hélène (France).
M.S-W-E. Croix du Mérite de l'Ordre Grand-Ducal de Saxe-Weimar-Eisenach (Saxe).
M. T. Ordre du Medjidié (Turquie).
N. J. Ordre du Nichan-Iftiâr (Tunis).
O. Ordre de l'Osmanîé (Turquie).
P. Ordre de Pie.
P. M. Ordre de Philippe le Magnanime.
R. Ordre de la Rose (Brésil).
Ste-A. Ordre de Ste-Anne (Russie).
St-B. Ordre de St-Benoit d'Avis (Portugal).
St-F. M. Ordre de St-Ferdinand et du Mérite.
St-G. Ordre de St-Grégoire le Grand.
St-G. R. Ordre de St-Georges de la Réunion.
St-J. Ordre de St-Joseph.
St-J. P. Ordre de St-Jacques du Portugal.
Sts-M. L. Ordre de Sts-Maurice et Lazare (Italie).
St-M. Ordre de St-Miche (Bavière).
St-O. Ordre de St-Olaf (Suède).
St-S. Ordre du St-Sépulcre de Jérusalem.

St-St.	Ordre de St-Stanislas (Russie).
St-V.	Ordre de St-Vladimir (Russie).
S. G.	Ordre du Sauveur (Grèce).
T.	Ordre de Takovo.
T. E.	Ordre de la Tour de l'Épée (Portugal).
W.	Ordre de Wasa (Suède).
G. C.	Grand' Croix ou Grand Cordon.
G. O.	Grand Officier.
C.	Commandeur.
O.	Officier.
P.	Plaque (Grand Officier).



DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

III. — MACHINES A VAPEUR. — ACCIDENTS EN 1887.

En exécution de l'article 65 de l'arrêté royal du 28 mai 1884, le Ministre de l'agriculture, de l'industrie et des travaux publics fait connaître qu'il est arrivé, pendant l'année 1887, cinq accidents aux appareils à vapeur en activité dans le pays.

Le tableau ci-après indique les causes reconnues ou présumées et les effets de ces accidents.

MACHINES A VAPEUR. — Accidents

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'ACCIDENT.	A. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé; B. Noms des propriétaires de l'appareil; C. Noms des constructeurs id.;	NATURE, FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL Détails divers.																		
1	26 févr. 1887.	A. Raffinerie de sucre, rue de Gand, à Anvers. B. Meeûs frères. C. Pety-Chaudoir, Liège.	Chaudière à vapeur horizontale cylindrique type Fairbairn, fonds plats, fais tubulaire de 64 tubes Behrendorf, 2 cylindriques intérieurs, chambre de combustion et dôme. Timbre, 6 atmosphères. Surface de chauffe : 83 mètres carrés. Cette chaudière fait partie d'une batterie de 3 chaudières identiques.																		
2	16 mars 1887.	A. Voie ferrée dans la gare de Bascoup à Chapelle lez-Herlaimont. B. Société charbonnière de Mariemont et Société charbonnière de Bascoup. C. Société de Marcinelle et Couillet.	Locomotive de 21 tonnes, n° 211. Chaudière cylindrique horizontale à foyer intérieur : <table><tr><td></td><td>Corps.</td><td>Foyer.</td></tr><tr><td>Longueur . . .</td><td>2^m31</td><td>1^m35</td></tr><tr><td>Largeur . . .</td><td>"</td><td>1^m10</td></tr><tr><td>Diamètre . . .</td><td>1^m14</td><td>"</td></tr><tr><td>Hauteur . . .</td><td>"</td><td>1^m00</td></tr><tr><td>Matière.</td><td>Fer.</td><td>Cuivre.</td></tr></table> Épaisseur . . . 11 ^m / ₁₆ 12 et 22 ^m / ₁₆ Tube . . . { Nombre . . . Longueur . . . Diamètre . . . Cuivre étiré de . . . Construite en 1869 pour une pression de 8 atmosphères. Remplacement complet du foyer en 1875.		Corps.	Foyer.	Longueur . . .	2 ^m 31	1 ^m 35	Largeur . . .	"	1 ^m 10	Diamètre . . .	1 ^m 14	"	Hauteur . . .	"	1 ^m 00	Matière.	Fer.	Cuivre.
	Corps.	Foyer.																			
Longueur . . .	2 ^m 31	1 ^m 35																			
Largeur . . .	"	1 ^m 10																			
Diamètre . . .	1 ^m 14	"																			
Hauteur . . .	"	1 ^m 00																			
Matière.	Fer.	Cuivre.																			

revenus pendant l'année 1887.

EXPLOSION.

CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
Le jour de l'accident, la chaudière avait été remise à feu, à 6 heures du matin; vers 7 heures du matin, deux tubes du faisceau sont dégagés des plaques tubulaires qui les retiennent, laissant ainsi le passage libre à l'eau et à la vapeur, des deux côtés de la chaudière. Les tubes ont été projetés, sans être endommagés derrière la chaudière, où ils sont tombés sur le sol. Le travail normal de cette usine porte 5 à 5 1/2 atmosphères de pression de vapeur. L'explosion s'est produite quelques minutes après 6 heures du matin, alors que la locomotive était au repos, présentant l'avant vers l'ord (Manège) sur une voie horizontale et rectiligne, et que le mécanicien et le chauffeur l'avaient quittée depuis 2 minutes pour aller se chauffer sous un abri distant 2 à 3 mètres au levant et y prendre un repas en attendant la voie qu'ils devaient suivre libre. Le niveau de l'eau dans le tube manométrique était alors à 3 centimètres au dessus de l'index et le manomètre marquait 6 3/4 atmosphères. Le mécanicien et le chauffeur déclarent que la pression n'aurait pas pu monter pendant l'absence même si elle se fût prolongée, parce que leur feu était très petit et le tirage nul. En plus, les balances à ressort et les soupapes de sûreté étaient	L'échappement de la vapeur et de l'eau bouillante, des deux côtés de la chaudière, par les quatre ouvertures de 0,10 environ de diamètre, a brûlé gravement 4 ouvriers qui se trouvaient devant la chaudière, 2 chauffeurs et 2 manœuvres, qui, tous, ont succombé à leurs brûlures. Aucun accident de personne n'est à regretter. A part un très léger dommage causé à l'abri, voisin de la locomotive, partie du ciel du foyer qui l'a atteint et à part la destruction de la boîte à feu extérieure de la locomotive elle-même, l'explosion n'a pas causé de dégâts matériels. L'explosion s'étant produite à l'arrière, au foyer, la locomotive a été lancée en avant sur une longueur de 15 à 20 mètres, brisant ses attelages à un train de 15 wagons.	Les manchons fixant les tubes dans les plaques tubulaires sont coniques et présentent ainsi à la pression de la vapeur, une face inclinée; cette pression donne lieu à une force composante horizontale, qui tend à jeter les tubes hors de la plaque; le mandrinage des tubes, en écartant le métal, doit produire l'adhérence suffisante pour résister à la force susdite. Il est à supposer que le mandrinage de ces deux tubes n'aura pas été suffisant. Toutes les entretoises verticales au nombre de 96 qui relient le ciel du foyer en cuivre au ciel de la boîte à feu extérieure en fer, étaient corrodées immédiatement au-dessus du filetage par lequel elles pénètrent dans le ciel du foyer, en une gorge qui avait réduit en cet endroit le diamètre des entretoises jusqu'à 5 millimètres. Ces entretoises étaient en fer nerveux de Suède et avaient primitivement 22 millimètres de diamètre. Les quatre autres locomotives du même type que possèdent en commun les charbonnages de Mariemont et de Bascoup, présentent le même défaut avec plus ou moins d'intensité suivant l'âge des entretoises; et dans une même chaudière, les entretoises les plus corrodées sont dans le voisi-

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'EXPLOSION.	A. Nature et situation de l'établissement où l'appareil était placé; B. Noms des propriétaires de l'appareil; C. Noms des constructeurs id.	NATURE, FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL. Détails divers.

EXPLOSION.

CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
plées pour permettre l'échappement de la vapeur à 7 atmosphères. Cette précaution avait été prise à cause de l'existence de sauts présumés au corps cylindrique, aux plaques tubulaires et aux plisures de selle de l'enveloppe du foyer, signalés par l'inspecteur de l'association pour la surveillance des chaudières à vapeur dans son rapport du 14 décembre 1886. Enfin, pour le même motif, on avait fait faire à cette locomotive depuis le 1^{er} mars, le service de train à Bascoup, qui est le moins fatigant, en attendant qu'elle pût être renvoyée en réparation. Le machiniste, le chauffeur et quelques autres témoins ont entendu une forte détonation, un coup sec. Le dessus de la boîte à feu extérieure a été violemment braché sur la moitié d'arrière de sa surface et projeté vers le levant entre la base de l'abri avec toutes les entretoises que portait cette partie. Ces entretoises se sont toutes brisées un peu au dessus du filetage par lequel elles pénétraient dans le ciel du foyer. L'autre partie du ciel du foyer restée en place, s'est violemment ébranlée vers le haut, ses entretoises s'étant également brisées comme les précédentes. L'enveloppe, la marquise et différentes autres pièces accessoires ont été projetées au loin dans différentes directions. Les entretoises horizontales situées sur les faces latérales de la boîte à feu extérieure, ont été projetées vers le haut.		nage de la plaque tubulaire. Cette gorge est rendue invisible par la présence d'une gaine d'incrustation, contenant une grande quantité de chlorure de magnésium. C'est suivant cette gorge que toutes les entretoises de la locomotive n° 211 se sont brisées, permettant ainsi à la moitié d'arrière du ciel du foyer d'être arrachée et projetée sur le côté par l'explosion et à la moitié d'avant de se bomber violemment vers le dessus, tout en restant en place. La corrosion des entretoises ne peut être attribuée qu'à l'action de l'acide chlorhydrique sur le fer des entretoises. A cause des incrustations, la température au voisinage du ciel du foyer et des entretoises est très élevée. En présence de l'eau, le chlorure de magnésium de ces incrustations se décompose et produit de l'acide chlorhydrique qui n'attaque que le fer, mais qui l'attaque violemment au point où il se dégage. C'est pourquoi les entretoises les plus attaquées étaient les plus voisines de la plaque tubulaire où la température est plus élevée.

NUMÉRO D'ORDRE.	DATE de L'EXPLOSION.	A. Nature et situation de l'établissement ou l'appareil était placé; B. Noms des propriétaires de l'appareil; C. Noms des constructeurs, id.	NATURE, FORME ET DESTINATION DE L'APPAREIL. Détails divers.
3	5 mai 1887.	A. Meunerie, rue du Chevreuil, à Anvers. B. Vanden Broeck. C. Renson, à Grâce-Berleur.	Chaudière ordinaire horizontale, cylindrique, avec dôme cylindrique vertical. Timbre, 4 atmosphères. Surface de chauffe, 15 mètres carrés.
4	12 oct. 1887.	A. Raffinerie de sucre, rue Veke, n° 36, à Anvers. B. Gils, Van Herck et C ^{ie} . C. Van Goethem, à Molenbeek. Bouilleurs renouvelés en 1885, par Fassin, à Gand.	Chaudière horizontale cylindrique avec bouilleurs inférieurs et dôme. Timbre, 6 atmosphères. Surface de chauffe, 87 mètres carrés. Cette chaudière fait partie d'une installation de 3 chaudières, dont 2 du système précédent, identiques, et une du même système avec 2 bouilleurs.
5	4 nov. 1887.	A. Distillerie à Assesse. B. Monjoie, Victor et Monjoie, Maurice. C. Ancienne chaudière réparée par le sieur Lecomte, à Jemappes.	Chaudière cylindrique horizontale, à foyer intérieur, destinée à fournir la vapeur pour une machine horizontale de 8 chevaux, pour le mouvoir des meules et des pompes, et divers appareils de distillerie. Chacun des fonds plats de la chaudière était muni d'une cornière rivée horizontalement à 22 centimètres au dessus du foyer et reliée au corps cylindrique extérieur par une patte en forme d'S. Le sieur Lecomte, qui a remplacé la partie de tôle du corps extérieur, près du fond d'arrière, a renseigné comme constructeur de la chaudière, le sieur Lerat, de la court, et a déclaré qu'elle avait fonctionné auparavant au moulin des sieurs Raes frères, à Braffes lez-Peruwelz.

EXPLOSION.

CIRCONSTANCES.	SUITES.	CAUSE PRÉSUMÉE.
vers 7 heures et demie du soir, la chaudière étant sous pression de vapeur, et le manomètre marquant environ 2 atmosphères, pression ordinaire de marche pour l'usine, la tôle de la chaudière s'est brusquement déchirée au dessus du foyer. La chaudière s'est vidée d'eau et de vapeur.	Dégâts matériels peu importants.	Par suite du manque d'eau, la tôle, portée au rouge, s'est déchirée.
Les deux chaudières étaient à feu, quand, à 1 heure de relevée, après le repos des ouvriers et à la reprise du travail, un bouillonnement de l'une des deux chaudières s'est produit, un deuxième bouillonnement se produisant au même instant.	Deux ouvriers brûlés par la vapeur, ont succombé, l'un sur le coup, l'autre le lendemain. Toutes les maçonneries des chaudières, ainsi que la toiture et les murs du bâtiment ont été renversés; la chaudière a été soulevée à l'avant; d'environ un mètre.	A l'heure du repos, les foyers étaient couverts et l'ébullition de l'eau ralentie; il se sera produit sur les tôles, au-dessus du feu, dans les bouillottes, un dépôt anormal de matières tenues en suspension dans l'eau, pendant l'ébullition. Ce dépôt, en isolant la tôle du contact de l'eau, aura fait rougir les tôles et, à la remise en marche de l'outillage de l'usine, les feux étant activés, le dépôt se sera brusquement détaché, laissant la tôle rougie et brûlée en contact brusque avec l'eau, ce qui a produit l'explosion.
L'explosion s'est produite vers 5 heures du matin, au moment où le chauffeur activait le feu pour amener la pression de vapeur à son maximum, c'est-à-dire à 2 atmosphères. La pression, au moment de l'explosion, atteignait, d'après un témoin, 2 atmosphères. Le fond plat d'avant s'est détaché le long du tube de raccordement, à proximité de la soudure restée intacte, qui le reliait au corps cylindrique extérieur. La cornière qui rattachait le fond au foyer a été déchirée suivant l'angle. Le fond et le premier tronçon du tube ont été projetés, en plusieurs fragments, à environ 40 mètres en avant de la chaudière. Le corps cylindrique extérieur, subissant soudainement de recul, s'est soulevé de 1 mètre et s'est déplacé vers la gauche.	Le chauffeur a été tué. Plusieurs bâtiments servant de remises et appartenant aux sieurs Montjoie et à l'un des voisins, ont été incendiés par la projection des débris du foyer.	Insuffisance des moyens de consolidation employés pour relier le fond plat au corps cylindrique extérieur. Altération et fissures dans le congé de la tôle du fond plat d'avant, à proximité de la rivure qui la reliait au corps cylindrique extérieur.

ERRATUM

Statistique des mines, minières, etc.

Lire vers le bas de la page 267 :

« Il résulte de ce qui précède que l'exportation par mer de nos
« produits métallurgiques bruts a équivalu, en 1887, à une sortie de
« nos charbons d'environ 1,035,000 tonnes, quantité plus que qua-
« druple de celle exportée en nature par la même voie. »

L'expression « par mer » a été omise.
