

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



5105

L. inw.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000262699

VILLE DE BRUXELLES.

LES

EAUX ALIMENTAIRES  
DE BELGIQUE,

PAR

**Théodore VERSTRAETEN,**

Ingénieur, Chef du service des Eaux.

2<sup>e</sup> PARTIE :

HYDROLOGIE.



BRUXELLES,

IMPRIMERIE DE V<sup>o</sup> J. BAERTSOEN, SUCC<sup>r</sup> DE BOLS-WITTOUCK,  
GRAND'PLACE, 5.

1883



11-35208P



~~115105~~

BPM-B/17/2018

## DEUXIÈME PARTIE :

### Hydrologie.

---

#### I

#### QUELQUES INDICATIONS PRÉLIMINAIRES.

**Bassins dits imperméables.** — Rendons-nous au milieu d'une *zone argileuse*.

Il fait sec et beau, le soleil darde ses rayons et chasse l'humidité du sol.

D'abord, la surface se dessèche, des fendillements se forment, se multiplient, grandissent et descendent plus profondément à mesure que ce temps persiste, moins pourtant dans les parties quelque peu imprégnées de sable.

La pluie vient à tomber finement.

L'argile desséchée absorbe par capillarité, en tous ses points superficiels, l'eau dont elle est avide ; celle-ci remplit les fendillements, et la terre gonflée, resserre ces solutions sans les refermer tout à fait.

Ainsi, il a plu sur cette étendue de terre grasse et compacte, et il ne reste à l'extérieur qu'une moiteur générale.

L'humidité soustraite par capillarité est sans importance appréciable, mais les fendillements infinis qui divisent le sol sur 50 centimètres et plus d'épaisseur, offrent à l'air et à l'eau une capacité qui n'est pas à négliger, et qu'augmentent encore le travail des champs et la végétation.

Un sol quel qu'il soit a donc toujours un certain degré de perméabilité ; l'imperméabilité absolue commence plus bas, là où finit le réseau des fentes.

La pluie ayant gorgé tous les vides du sol, la surface est aussitôt recouverte d'une sorte d'enduit liquide qui, légèrement épaissi, donne naissance à des gouttes et à des filets d'eau.

Si la pluie cesse, l'évaporation intervient, et activement comme on sait : l'eau superficielle disparaît d'abord, puis celle des fendillements, puis enfin l'humidité des tubes capillaires.

La pluie recommençant, mais intense cette fois, comble rapidement les rigoles sans issue, les creux, les entonnoirs, les étangs, dont les eaux sont destinées à retourner directement dans l'atmosphère, et le reste va grossir les ruisseaux collecteurs. Il peut de la sorte pleuvoir fréquemment sur ces terrains compacts de plat pays, où les flaques d'eau se rencontrent à chaque pas, sans qu'il en résulte d'alimentation pour le fond de la vallée. Par contre, les copieuses averses roulent presque intégralement et avec rapidité vers les thalwegs, pour y déterminer, au lieu de ruisselets sans importance, des torrents limoneux et des inondations.

Aux *zones rocheuses* de l'Ardenne, les eaux se conduisent à peu près de même.

Ici, la pellicule terreuse de la surface est en général perméable, mais sans réelle importance pour l'emménagement des eaux ; les fissures, moins nombreuses que dans l'argile, sont plus larges, s'étendent plus bas ; et les brusques mouvements du sol rocheux imprimant aux eaux plus de vitesse, rendent les crues plus soudaines et plus impétueuses.

Si, d'une part, dans les campagnes de glaise, plates et basses, l'eau tombée glisse d'ordinaire avec lenteur et se trouve plus longuement exposée à l'air ; d'autre part, à 400 mètres plus haut, sur les sommités rocheuses, l'atmosphère est moins dense, et la végétation offre à l'évaporation un champ d'activité autrement considérable que dans la plaine.

**Rendements aux bassins imperméables.** — Sur les terrains meubles ou pierreux, mais où l'imperméabilité

commence très près de la surface, les pluies tombées se partagent donc en deux portions : la première est absorbée par l'air et par les plantes ; la seconde descend à la rivière et fournit son *rendement*.

A ce sujet, on a maintes fois rappelé Claudel, qui à l'article « Ponceau » estime le rendement des rivières à 57 p. c. dans les terrains imperméables. On nous dit qu'en Bourgogne, où le sol rocheux ondule de 185 à 400 mètres d'altitude, les débits des cours d'eau représentent 85, 90, 97 p. c. des pluies reçues par leurs bassins.

Quel intérêt peuvent avoir pour nous ces rapports ? Comment, pour les découvrir, a-t-on mesuré les pluies, en quels points, en quels temps, pendant combien d'années ?

Qu'est-ce qui nous autorise à en faire l'application chez nous, quand nous voyons dans une province, dans un canton, deux bassins contigus, situés en apparence dans des conditions analogues, fournir des résultats pluviométriques si dissemblables ?

Et nous allons forcément très loin dans la voie de ces applications.

Un ingénieur doit apprécier le débit d'un cours d'eau. Il semble que le moyen soit de jauger.

Mais les jaugeages sont longs et dispendieux ; d'ailleurs il s'agit non du débit de l'époque pluvieuse que l'on traverse, mais d'un débit moyen, par exemple. Alors, pressé par le besoin d'aboutir, l'homme technique est à regret forcé de se rabattre sur des exemples plus ou moins comparables. Ces exemples manquent dans le pays ; il va donc les chercher au loin. Il trouve là un bassin mesurant 10,000 hectares, qui reçoit par an 1 mètre de hauteur d'eau et qui fournit à la rivière un débit égal à la moitié du volume tombé. Sa rivière à lui n'a qu'un bassin de 5,000 hectares ; il n'y tombe que 80 centimètres en moyenne par an ; quel rendement faut-il choisir ? Est-ce encore 50 p. c. ?

La question est complexe ; elle tient à mille circonstances que l'on ne découvre et dont on ne voit en général toute l'importance qu'à la suite de longues observations.

Le sujet est plus scabreux encore quand il s'agit de déterminer les débits minima des cours d'eau, bien plus utiles à connaître.

Considérons une vallée dite imperméable : ses versants, plus ou moins inclinés, ont chacun 1,000 mètres de largeur.

Le temps est chaud ; une bruine se déclare. Quelle portion de cette eau descendra au thalweg ? Rien peut-être. Le rendement sera 0.

La pluie continue et augmente ; un léger ruissellement s'observe à la surface ; la goutte d'eau tombée s'appauvrit à mesure qu'elle chemine : partie de la crête du bassin, elle se dissipera totalement en route, mais, venue du voisinage de la rive, elle se rendra peu réduite à la rivière. Le rendement ici ne sera donc plus 0.

Ce temps se prolonge ; l'eau finit par tout imprégner et saturer ; le ruissellement au sol s'accroît d'heure en heure, et le rendement augmente en conséquence.

Puis un orage éclate : des averses battent le sol, et, ne trouvant plus rien qu'elles puissent abreuver, se précipitent sans déchet sensible au fond de la vallée. Le rendement, dans ce cas, sera bien près de 100 p. c.

Entre ces limites extrêmes se placent une infinité d'autres cas.

Il est clair qu'une même pluie, qui tombe dans un même bassin à deux époques différentes, se répartit différemment ; que deux années ayant produit d'égales quantités d'eau n'aient pas donné des rendements égaux dans la même rivière ; qu'en général ceux-ci doivent monter dans les années pluvieuses et descendre dans les années sèches ; que, toutes choses égales, ils se réduisent à mesure que les versants prennent plus de largeur ; qu'ils se réduisent encore si les versants ont moins de pente, ou sont plus hérissés d'obstacles, etc., etc.

**Bassins perméables.** — *Couches aquifères ordinaires.* — Arrivons à présent aux bassins perméables, et pour y voir plus clair, commençons par les façonner nous-mêmes.



Fig. 1.

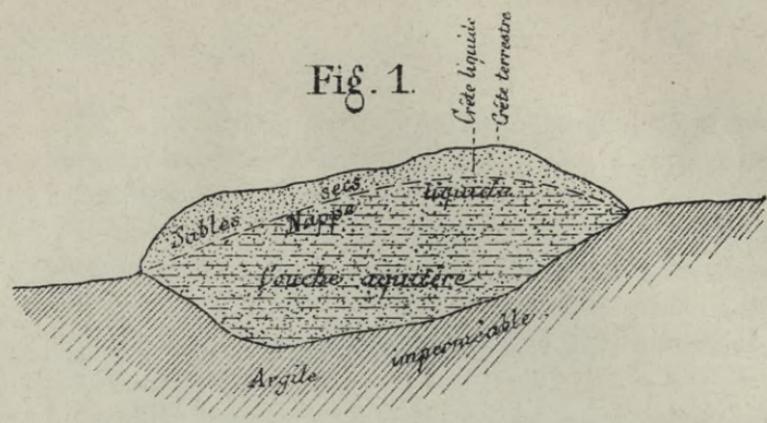


Fig. 2

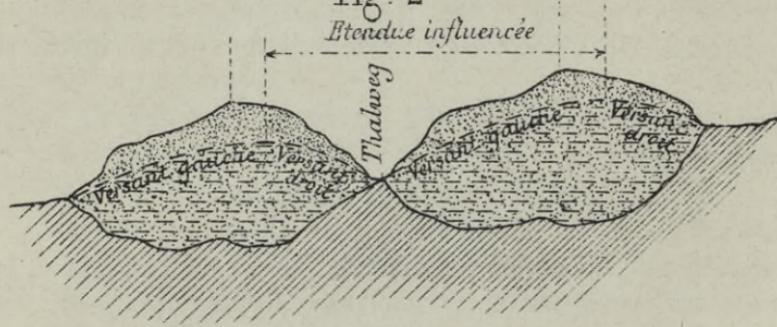


Fig. 3

Marais

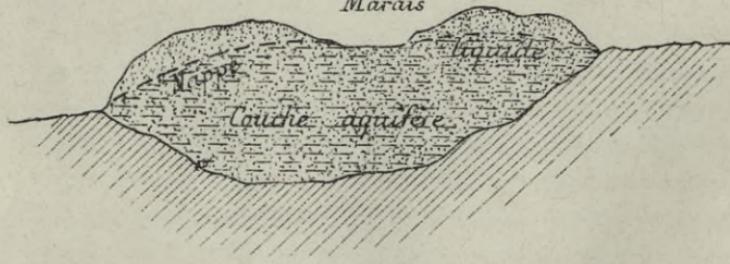


Fig. 4



En premier lieu, nous irons dans une plaine de terre plastique, où le sol légèrement incliné est en quelque endroit creusé en entonnoir. Nous comblerons cette cuve, petite ou grande, de sables divers, siliceux, calcaireux, argileux, et dirigerons nos remblais de manière à les terminer supérieurement en mamelon aplati (fig. 1).

Cela fait, observons ce qui se passe par tous les temps.

Bien qu'il fasse sec et chaud depuis longtemps, nous ne voyons pas les surfaces de sable rugueux se gercer, et si, par une circonstance quelconque, une fente s'y produit, elle est bientôt remplie grâce à la mobilité des grains siliceux.

Il n'en est pas de même dans les autres parties, où les fendillements s'ouvrent d'autant plus que la terre est plus grasse, parce que la matière argileuse ou marneuse qui a pris du retrait par la chaleur, retient les grains de silice.

Une fine pluie vient rafraîchir l'atmosphère. D'abord elle n'occasionne aucun écoulement à la surface du bassin; toutefois un vernis liquide apparaît bientôt là où le sable n'est pas assez pur, et surtout aux parties les plus basses.

L'eau qui a pénétré dans la masse sableuse, y descend verticalement et finit par atteindre le fond d'argile, s'y étale sur une certaine épaisseur dans la terre perméable, et forme une *couche aquifère*, dont la limite supérieure, pour le moment horizontale, prend les noms de *nappe aquifère*, *nappe liquide* ou *nappe d'eau*.

Bien que la pluie soit toujours légère et qu'elle continue à passer complètement dans les sables siliceux, cependant ailleurs elle pénètre de moins en moins, malgré les fendillements nombreux. Pendant ce temps, la couche aquifère s'épaissit, la nappe d'eau s'élève et finit par gagner la partie inférieure du bord de l'entonnoir d'argile. A ce moment, l'eau souterraine affleure en ce point, sous forme d'un suintement qui remonte le long de ce bord suivant la périphérie, et finit par l'humecter tout entier.

La nappe d'eau a donc pris la pente générale du sol que nous avons supposé incliné; et des tubes engagés dans la masse perméable font reconnaître que cette surface liquide

a pris de la courbure, qu'elle paraît s'appuyer comme une voûte sur les bords de l'entonnoir, et que le sommet de cette voûte n'est pas au milieu, mais se trouve plus rapproché de l'amont que de l'aval du bassin.

Dans cette situation, la goutte d'eau qui tombe en un point quelconque du mamelon sableux, s'y introduit en partie, descend verticalement d'abord jusque sur la nappe aquifère, et, obliquement ensuite, vers la circonférence de l'entonnoir, pour revenir au jour.

Il pleut davantage. Nous voyons bien par cette cause les endroits les moins perméables envoyer directement plus d'eau vers le bas, mais les suintements n'augmentent point, malgré l'alimentation continue du sous-sol; seulement l'eau monte dans les tubes d'autant plus qu'ils sont plus près du milieu du mamelon, ce qui indique que la nappe aquifère se relève, qu'elle bombe plus que tantôt et que l'eau s'emmagasine souterrainement.

Au bout de quelque temps, nous recueillons plus d'eau à la base du mamelon, mais le mouvement ascensionnel des niveaux dans les tubes se ralentit peu à peu, et à la fin s'arrête.

En parcourant la circonférence de l'entonnoir, nous constatons que l'eau ne s'en dégage pas uniformément partout; elle est, toutes choses égales, plus abondante aux points bas; elle se répartit avec régularité aux parties de sable siliceux; mais le long des sables mélangés d'argile ou de marne, là où des fendillements ont pu naître, l'eau sort par ces voies, et plutôt en manière de sources que de suintements.

La pluie venant à cesser, la moiteur disparaît à la surface des sables siliceux, et l'humidité qui règne plus bas dans le massif perméable ne remonte guère, parce que la largeur des interstices facilite la descente de l'eau et rend difficile son ascension par capillarité.

C'est le contraire qu'on observe dans les sables un peu gras.

Pendant ce temps, le débit des suintements reste à peu près le même; mais les niveaux dans les tubes s'abaissent

d'autant plus qu'ils sont moins éloignés du centre du mamelon ; la nappe liquide s'affaisse donc, son bombement se réduit et l'emmagasinement d'eau souterraine diminue.

A part les effets capillaires, la goutte d'eau ne peut se rendre d'un point à un autre qu'en descendant, et elle doit user d'autant plus de sa force unique, — qui est la gravité, — qu'elle rencontre sur son chemin plus de résistance. Si donc, à un terrain perméable nous en substituons un autre moins perméable, composé de grains plus fins, plus rapprochés, un terrain plus « serré », comme disent les mineurs, cette goutte liquide, pour franchir le même intervalle et aboutir au même endroit, devra partir de plus haut. Aussi la couche aquifère dans un pareil sous-sol aura-t-elle un bombement plus prononcé ; on verra sa nappe monter beaucoup à la suite des temps humides, réaliser des oscillations plus fréquentes et plus amples, et communiquer à ses sources des variations correspondantes.

Cette nappe aquifère est donc toujours en mouvement de hausse ou de baisse ; le terrain perméable fait provision quand il pleut, il rend l'eau quand il fait sec ; c'est un réservoir à l'abri de toute influence extérieure, qui régularise d'autant mieux les débits des sources que son étendue horizontale est plus grande ; car, si l'entonnoir a pour base un cercle et si nous doublons sa circonférence, non seulement nous quadruplons sa surface, mais les oscillations verticales de la nappe liquide en acquièrent plus d'amplitude moyenne.

Représentons-nous un tel bassin d'un hectare de superficie, et au bout d'une année un abaissement moyen de 20 centimètres pour sa nappe d'eau, ce qui est souvent dépassé. Les vides dans les sables moyens pouvant être estimés au  $\frac{1}{4}$  de leur volume, ce bassin pourra donc fournir, sans avoir reçu d'alimentation nouvelle, un volume de  $500^{m^5}$  pour l'année, soit  $1^{m^5} \frac{1}{3}$  par jour.

Au lieu d'un entonnoir plus ou moins rond, pratiquons dans la même argile un creux très allongé, que nous comble-rons encore au moyen de sables de différentes compositions.

Tout se passera comme précédemment, à la différence que, dans ce cas, la surface du bassin ayant moins d'importance par rapport aux côtés, la couche aquifère sera moins régularisatrice, et que la nappe d'eau, au lieu d'être en dôme et d'avoir pour sommet un point, prendra la forme d'une voûte en berceau avec crête de partage.

A côté de ce bassin, disposons-en un second plus large, de manière qu'un long côté soit commun aux deux (fig. 2).

Nous aurons ainsi l'image d'une vallée sableuse, alimentée par deux versants liquides, celui de gauche, par exemple, moins étendu que celui de droite, lequel fournira conséquemment plus d'eau avec plus de régularité.

Les tubes convenablement engagés jusqu'aux deux couches aquifères, permettront de constater que les versants liquides sont plus larges vers l'aval du terrain, et que leurs crêtes séparatives n'ont rien de commun avec les crêtes du sol.

Entre les deux bassins nous avons donc un bord commun d'argile, qui n'est autre chose qu'un relèvement de la base imperméable. Nous pouvons remplacer cette séparation par du sable rempli d'eau, et rien ne sera changé dans tout le reste du système.

Dans ces expériences nous avons fait abstraction de toutes dimensions quelconques; nous pouvons par la pensée étendre ces petits bassins à telles étendues que nous voulons, et tout s'y passera rigoureusement de même, la nature n'ayant qu'une loi.

Nous ne provoquerions non plus aucune modification sensible au régime des eaux, par un faible exhaussement ou abaissement du sol perméable; mais si à une plaine à peu près horizontale nous substituions une colline, les pluies sollicitées davantage à descendre sur les pentes de la surface, pénétreraient moins en terre et alimenteraient moins les sources; si, au contraire, nous abaissions le sol jusque près de la couche aquifère, celle-ci enverrait, par capillarité, constamment de son eau à la surface, toujours soumise à

l'évaporation, et le débit des sources s'en ressentirait (fig. 3).

Il arriverait encore qu'en temps humide la nappe d'eau monterait jusqu'au sol et au-dessus; qu'il se formerait des marais, des étangs périodiques; que les plantes périraient; que ces phénomènes, souvent et longuement renouvelés, détermineraient la formation de couches tourbeuses; que le sol, rendu de la sorte de moins en moins perméable, conserverait de plus en plus longtemps ses eaux superficielles stagnantes et fétides, etc.

Nous avons dans le pays d'immenses superficies sableuses, très absorbantes de leur nature, mais qui, rendues humides par suite de la proximité de la nappe d'eau, deviennent peu ou point perméables, se conduisent comme des argiles compactes, n'alimentent que pauvrement la couche aquifère et les sources qui s'en échappent, pour rejeter superficiellement les pluies vers la vallée.

**Les drains.** — On voit bien qu'un moyen sûr de corriger cet état de choses parfois si grave, c'est d'épaissir la couche de terre au-dessus de la nappe liquide.

Mais il est souvent plus facile d'abaisser cette nappe; ce qu'on réalise par un drain.

Creusons donc en travers du sol humide un fossé qui débouche au dehors (fig. 4). On le fera d'abord peu profond. Ses parois ruisselantes s'assècheront de haut en bas, et au fond coulera un filet d'eau claire. Puis on creusera davantage et par portions successives. L'humidité des parois descendra toujours, mais avec une lenteur croissante, et le filet du fond grossira en conséquence.

Si, dans une direction normale au fossé, nous engageons par intervalles des tubes verticaux dans le sous-sol, on y pourra suivre le mouvement fléchissant de la nappe liquide vers ce drain. Dans les premiers temps, elle formera une vallée aux pentes raides; cette vallée s'élargira, adoucira peu à peu l'inclinaison de ses versants; ce mouvement se ralentira graduellement, pour devenir à la fin insensible et nul.

Le fossé ayant été creusé à 2 mètres de profondeur, par

exemple, la nappe aquifère aura baissé d'autant en cet endroit; le sol des bords de l'excavation et de tout le voisinage s'en trouvera assaini, et au lieu de terres donnant la mort, on jouira de terres donnant la vie.

Seulement, il y a le fossé qui est une gêne, en même temps qu'une perte de terrain; il risque de se combler bientôt, et seule sa partie inférieure produit l'action bienfaisante que nous avons cherchée. Ménageons donc au fond de l'ouvrage un vide suffisant pour recueillir le filet d'eau en son entier, par des tuyaux ou par une maçonnerie creuse, et remblayons par-dessus jusqu'au sol : rien n'aura été changé dans l'allure de la nappe aquifère, le sol restera drainé comme devant, nous aurons supprimé la gêne et conservé le bienfait.

Avant le drainage, la nappe liquide de notre bassin réalisait deux versants qui alimentaient les sources des deux bords; mais la couche aquifère perçait le sol vers le milieu, une étendue superficielle plus ou moins grande n'absorbait donc pas d'eau et en perdait au contraire d'une façon nuisible, par une évaporation continue.

Dans la nouvelle situation, la nappe liquide forme quatre versants, dont un pour chaque bord extérieur et deux inclinés vers le fond du drain; la nappe est abaissée en son milieu, la perte par évaporation est ainsi annulée, et à chaque pluie, la surface asséchée recueille de l'eau nouvelle, qui descend sur la couche aquifère.

Nous savons que ces versants sont toujours oscillants; mais, pris dans une position moyenne, il est permis de les considérer comme quatre surfaces imperméables, qui enverront à leur pied toutes les eaux filtrant au-dessus d'elles; dès lors, et toutes choses égales, les débits aux lignes de sortie des eaux seront proportionnels aux versants correspondants, et ceux du milieu recevront plus d'eau à l'unité d'étendue horizontale, parce que le plateau est plus favorablement disposé que les bandes latérales pour se laisser pénétrer par les pluies.

Au lieu de maintenir le drain à deux mètres sous le sol,



Fig. 5

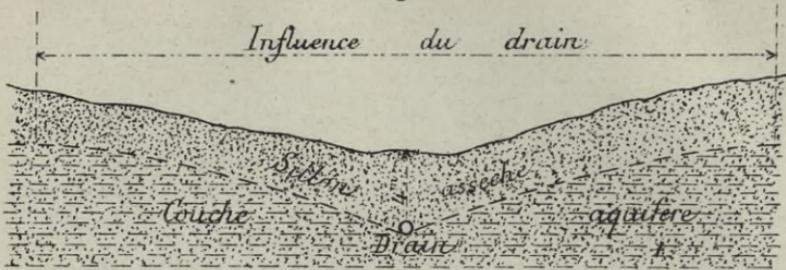


Fig. 6

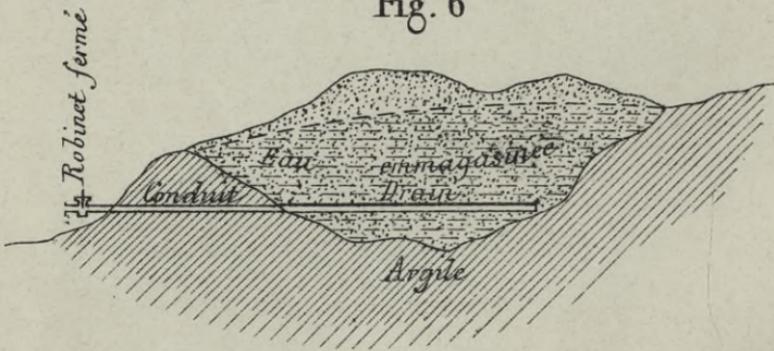


Fig. 7



engageons-le au double de cette profondeur : les deux versants liquides intérieurs se déprimeront à leur tour vers le fond de la saignée rabaissée, leur vallée s'élargira peu à peu et à la longue prendra une position d'équilibre.

Si le terrain, dans lequel se trouvent à présent et le drain et ses nappes alimentaires, est le même que dans le cas précédent, s'il offre la même porosité et la même résistance au cheminement de l'eau souterraine, les deux versants liquides intérieurs auront pris une position parallèle à celle qu'ils occupaient plus haut, la surface horizontale comprise entre eux, c'est-à-dire l'étendue influencée ou le sillon asséché par le drain, aura grandi en conséquence, et le débit de ce dernier se sera proportionnellement élevé tout en acquérant plus de régularité.

Mais le terrain est susceptible de changer, sur peu de hauteur, de nature et de compacité.

Si l'on descend d'un terrain argileux à un autre sableux, l'eau filtrant ici avec moins d'effort, les versants liquides prendront moins d'inclinaison et le débit du drain en sera accru.

Si l'on passe, au contraire, d'un terrain perméable à un autre moins perméable, c'est l'effet inverse qui se produira.

**Emmagasinement artificiel des eaux souterraines.** — Tant que le drain fonctionne bien, qu'il peut recueillir, évacuer aisément les eaux qui lui arrivent, ses nappes alimentaires conservent les mêmes niveaux, plus ou moins variables, selon l'importance des venues, ainsi que nous l'avons vu.

Mais si, par une circonstance quelconque, la section d'écoulement se réduit dans le drain et devient insuffisante, alors celui-ci se remplit, l'eau souterraine s'élève par-dessus et veut y pénétrer de force, la surface drainée diminue, ainsi que le débit d'abord obtenu.

Le drain peut même s'obstruer complètement ; dans ce cas, la nappe aquifère se relève, le sillon primitivement asséché se remplit d'eau comme avant le drainage, et, par les

temps humides, des affleurements de cette couche, des mares, des étangs, réapparaîtront comme autrefois à la surface du sol.

Ainsi, à cause de l'obstruction du drain, de l'eau s'est emmagasinée souterrainement, en remplissant les interstices d'une masse sableuse placée entre cet ouvrage et le sol. Qu'elle est l'importance de cette accumulation d'eau?

Représentons-nous le drain dont il s'agit, engagé sur 1,000 mètres de longueur, à 4 mètres sous la nappe d'eau primitive, dans des sables moyens (fig. 5).

Son influence s'exerçait d'abord sur plus de 500 mètres à droite et à gauche, c'est-à-dire que tout puits placé à l'intérieur de ces limites, subissait un abaissement du niveau de l'eau. Le sillon asséché était donc, à peu près, un prisme triangulaire dont le volume est exprimé par

$$1/2 \times 1,000^m \times 4^m \times 1,000^m = 2,000,000^{m^3};$$

et  $1^{m^3}$  de ce sable offrant pour le moins un quart de vides, le sillon précité aura reçu

$$\frac{2,000,000^{m^3}}{4} = 500,000^{m^3} \text{ d'eau environ.}$$

L'emmagasinement ne fût-il en réalité que le  $1/100$  de cette quantité, qu'encore il mériterait de fixer l'attention.

Cherchons à rétablir le bon fonctionnement du drain et, dans cette vue, dégageons les tubes.

Si la désobstruction était réalisée brusquement, l'eau accumulée au-dessus des tuyaux s'y précipiterait avec force; en prenant trop de vitesse, elle entraînerait des sables, provoquerait des éboulements et peut-être la destruction de l'ouvrage.

Mais le curage s'opérant avec la mesure voulue, l'eau revient dans le drain sans troubles sérieux; elle se clarifie bientôt d'autant plus que son affluence diminue; la nappe s'affaisse peu à peu et, après un temps plus ou moins long,



Fig. 8

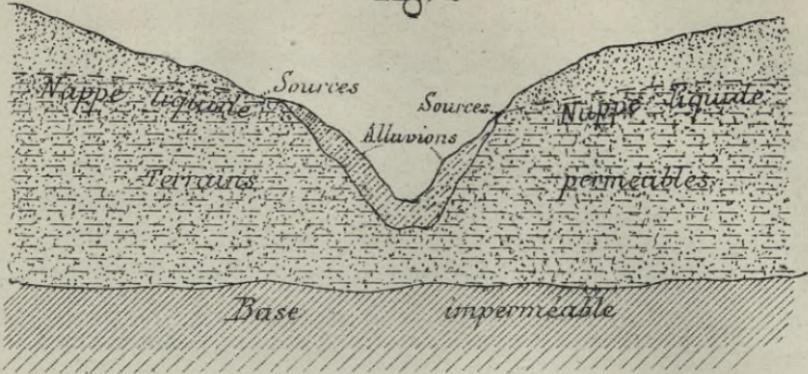


Fig. 9

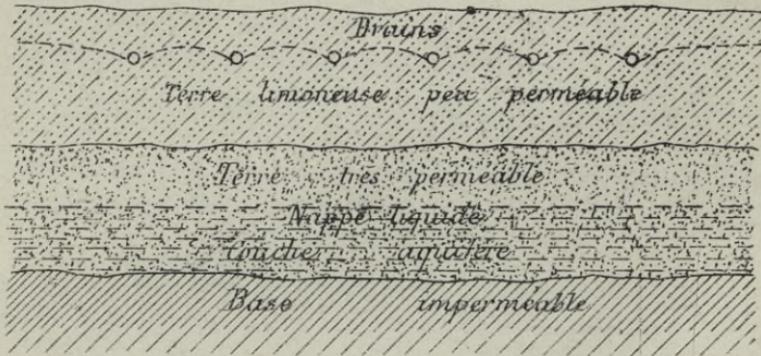
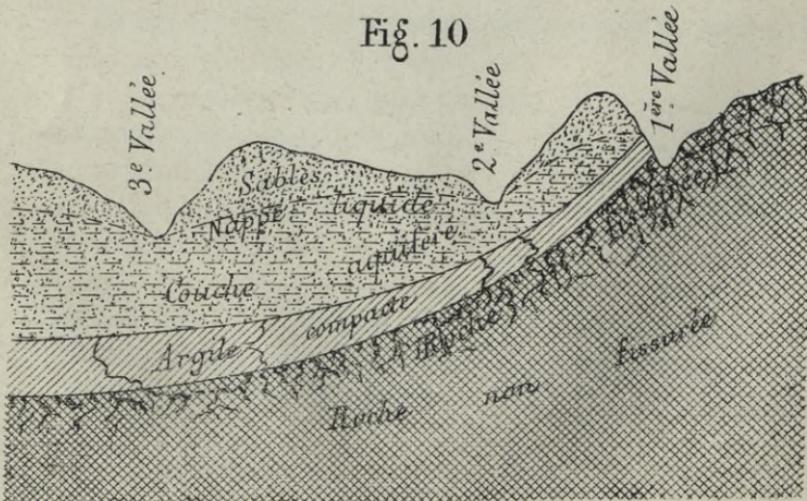


Fig. 10



le sillon asséché s'est reformé et les versants liquides ont repris leur position normale.

Il y a bien des circonstances où l'on peut tirer parti de ces propriétés précieuses.

Si, par exemple, dans le cas familier qui nous occupe, le tuyau de drainage, avant de déboucher au jour, traverse une couche d'argile ou de limon, de terre compacte très peu ou point perméable, nous pourrons à volonté produire tous ces effets au moyen d'un robinet fixé au bout du tuyau (fig. 6).

Ce robinet étant fermé, le drain se remplira, dès lors ne fonctionnera plus, et l'eau devra remonter dans le sous-sol pour combler le sillon asséché. Elle pourra de la sorte rester indéfiniment emprisonnée sans jamais subir l'ombre d'une altération.

Pour voir reparaitre cette eau, il suffira d'ouvrir le robinet. Mais encore ces simples opérations demandent-elles de la prudence : une brusque fermeture, un arrêt instantané de la veine d'eau en mouvement dans le drain déterminerait un coup de bélier dangereux ; une prompte réouverture occasionnerait une grande affluence de troubles, etc. Au lieu de prêcher la prudence, on prend des précautions matérielles : on choisit un robinet qui ne s'ouvre et ne se ferme qu'avec lenteur, et un orifice de sortie de l'eau qui ne peut débiter qu'un maximum connu d'avance.

**Bassins successifs; alluvions des vallées.** — Dans la nature, les terrains ne sont jamais homogènes et présentent, même entre des points rapprochés, des différences de porosité qui influent sur les inclinaisons et les mouvements des nappes aquifères. Cependant, quand dans une contrée perméable on fait, au moyen du niveau des sources, des étangs et de l'eau des puits ordinaires, le levé de ces nappes, on les trouve toujours d'une régularité parfaite et passant, comme dans nos bassins d'expériences, d'une vallée à l'autre en manière de voûtes plus ou moins bombées, selon les résistances opposées au cheminement des éléments aqueux (fig. 7).

Presque partout, au fond des vallées, le terrain, plus compact à cause des dépôts légers d'alluvions, oppose plus de difficulté à la filtration des eaux souterraines (fig. 8). Dès lors, toute la couche aquifère se relève jusqu'à ce qu'elle se soit donné la force nécessaire pour dégager ses eaux par les endroits les plus poreux, par les veines sableuses, par les fentes, par les voies les plus faciles, et qu'invariablement elles découvrent. Dans ces circonstances, les sources émergent avec vitesse, on les voit bouillonner en remuant des sables et des graviers; ce travail exige de la pression et indique que la nappe liquide est plus élevée que la source. Si, près de là et au même niveau que cette dernière, on engage un tube dans ce dépôt d'alluvions, on ne recueille d'abord qu'un peu d'humidité, mais au bas de cette couche, dès qu'apparaît le sable, l'eau surgit et s'élève dans le tube au-dessus du sol.

Au fond d'une vallée très perméable, il n'y a pas de sources proprement dites, car l'eau souterraine affleure en trop de points, et son débit se répartit sur une trop grande étendue; toujours elle sort avec beaucoup de lenteur et suivant les thalwegs.

Dans les vallées limoneuses ou tapissées d'alluvions, il est très rare, au contraire, de rencontrer des sources émergeant du lit des ruisseaux et des rivières; c'est plus haut qu'elles s'échappent, souvent à la limite supérieure des prairies, au pied des coteaux où le sol est moins gras, moins résistant, et où les eaux cherchent et trouvent, comme nous l'avons dit, des dégagements faciles.

**Effets hydrauliques des drains agricoles et des aménagements superficiels.** — Ce que nous venons de dire suffit à montrer combien les modifications apportées au sol peuvent affecter, soit en bien, soit en mal, le régime des cours d'eau. Mais il importe d'insister sur celles qui résultent de l'industrie agricole, parce que seule l'agriculture s'étend partout et détermine des effets d'un caractère général.

Distinguons les *aménagements superficiels* et les *drains*.

Une terre à l'état de nature est inégale, sinueuse et offre çà et là des creux, des plis, des entonnoirs; elle est relativement ferme et partout couverte de broussailles plus ou moins touffues.

La pluie qui tombe sur de telles étendues mouille d'abord la végétation; elle atteint le sol, à l'ombre, dans une atmosphère fraîche et moite, remplit toutes les cavités de la surface, innombrables petits réservoirs, et ne ruisselle vers la vallée que péniblement, lentement, à l'abri et au travers d'une flore inextricable et sauvage.

L'eau qui s'attache aux plantes disparaît en vapeur; mais celle qui arrive au sol y demeure longtemps, sans déperdition sensible; elle imprègne ainsi d'autant mieux le terrain qui alimente la couche aquifère sous-jacente, ou n'aboutit au thalweg que sous forme d'une infinité de filets limpides, parce qu'ils descendent avec trop de lenteur pour entraîner des matières étrangères, quelque ténuité qu'elles présentent.

Cet état est donc grandement favorable au régime des cours d'eau.

Le laboureur, arrivant sur ces terres du hasard, défriche, égalise et nivelle; aux allures désordonnées du sol retenant des flaques d'eau en tous points, il substitue des surfaces unies, inclinées vers des plis généraux du terrain. Plus il en a l'occasion et les moyens, plus il prodigue dans son champ les sillons, les rigoles, les sentiers, les chemins, pour réaliser un vaste dessin représentant des rubans parallèles, orientés vers de rapides évacuateurs des eaux pluviales.

Toutes les parcelles ainsi façonnées sont d'ailleurs reliées entre elles par des routes empierrées et imperméables, toujours bordées de fossés, dont la fonction essentielle est d'obtenir un prompt débarras des eaux.

Un pareil système doit nécessairement amener l'affaissement de la nappe aquifère, la diminution de l'eau des puits, la réduction du débit des sources, l'irrégularisation des ruisseaux voisins, qui, tout en recevant plus d'eau comme

moyenne générale, s'appauvrissent dans une forte mesure aux périodes de sécheresse.

Cependant certaines opérations de l'agriculture procurent quelque compensation aux fâcheux effets qui affectent le régime des rivières. C'est ainsi que le sol, ameubli par le labour, devenu raboteux par la charrue, est non seulement plus perméable, mais sur toute sa hauteur remuée et à chaque pluie, il fait provision d'une eau mise à l'ombre et soustraite à l'évaporation; il embarrasse par ses petites inégalités, infiniment multipliées, les écoulements superficiels et augmente d'autant les chances d'alimentation des couches inférieures.

On a souvent accusé les drains agricoles d'influencer très défavorablement les cours d'eau. Examinons.

Si le terrain est fortement argileux jusqu'à une grande profondeur, on le trouve saturé d'eau jusque près du sol et n'accordant aux sources que d'insignifiants débits. Par les temps secs, la surface est fissurée, mais les solutions de continuité descendent à peine de quelques décimètres. Par les temps humides, même légèrement humides, la nappe liquide monte rapidement jusqu'à la surface, la mouille dans des conditions mauvaises en tous sens et la rend effectivement imperméable. Quand donc, dans un pareil terrain, on établit des drains à un mètre de profondeur, par exemple, le sol se divise et s'ameublit à la longue, la couche superficielle sur cette épaisseur devient perméable et fournit aux drains, aux rigoles collectrices et aux ruisseaux, des eaux moins variables qu'auparavant.

Si le terrain sablonneux, conséquemment très perméable de sa nature, est rempli d'eau jusque près de la surface, il a perdu toute faculté absorbante.

Le drainage en semblable circonstance a pour effet d'abaisser la nappe d'eau, de permettre aux pluies de pénétrer partiellement en terre et d'en sortir sous forme de

sources artificielles, d'autant plus régulières que les drains sont plus profonds.

Le cas presque général dans la région ondulée, c'est celui d'une couche terreuse supérieure plus ou moins compacte, reposant sur un terrain sec, perméable ou fendillé (fig. 9).

Toujours alors le sous-sol draine le sol en tous points et avec plus ou moins d'énergie, suivant l'épaisseur et le degré de compacité de la couche supérieure, le degré de porosité de la couche sous-jacente et la position, variable d'ailleurs, de la nappe liquide.

Quand, à la suite de quelques jours secs, il vient à pleuvoir, le sol perméable absorbe d'abord beaucoup d'eau; mais à mesure qu'elle descend, cette eau rencontre une terre plus ferme, moins divisée, qui l'oblige à ralentir son cheminement; les filtrations inférieures ne s'opérant pas aussi vite que la pénétration de pluie à la surface, le terrain plus ou moins compact se gorge d'eau vers sa base; cet effet s'étend progressivement vers le haut et finit par atteindre le sol. Pendant ce temps, le sous-sol perméable ou fendillé ne cesse d'absorber l'eau de la couche qu'il supporte et la reçoit en quantité d'autant plus grande qu'elle s'est élevée plus haut dans cette couche.

Tant que le terrain superficiel n'a pas au delà de 1 à 2 mètres d'épaisseur, le sous-sol suffit d'ordinaire pour réaliser l'action drainante que le cultivateur désire; mais ce terrain se présente en général avec 6 mètres environ de puissance, et souvent alors le drainage artificiel s'impose tout au moins par les longues périodes humides.

Dans cette situation, si, pour augmenter la perméabilité de ses terres, le laboureur crible le sol de coups de sonde verticaux atteignant le sable, il est évident que tout ce travail ne sera que profitable à la couche aquifère. Mais, considérons les effets des drains ordinaires. Les petites pluies, fines et surtout intermittentes, continuent à filtrer comme avant jusque vers la couche aquifère, passant ainsi entre les lignes

de drains comme si ceux-ci n'existaient pas. Mais par les pluies copieuses et persistantes, quand le sol absorbe plus vite que ne filtre la couche supérieure entière, et que l'engorgement aqueux de cette couche s'est élevé jusqu'au niveau des drains, à ce moment, le fonctionnement des tubes commence, et à moins de pluies torrentielles, la terre en contre-haut jusqu'à la surface demeure perméable.

La couche aquifère perd-t-elle ou gagne-t-elle de l'eau à ce jeu des drains? Aussi longtemps qu'ils ne donnent pas d'eau, il est certain qu'elle en gagne, puisque tout drainage a pour effet de mieux diviser le sol. Mais à partir de l'instant où les tubes fournissent un écoulement, elle en perd quelque peu, par la raison que l'engorgement aqueux de la couche supérieure s'arrête à peu près au niveau des drains, et que la charge d'eau, ainsi réduite sur le terrain perméable sous-jacent, diminue en conséquence la valeur des infiltrations dans ce terrain.

En résumé :

Chaque fois qu'il s'agit, soit de terrains dits imperméables sur une grande profondeur, soit de terrains sableux marécageux, c'est-à-dire chaque fois que la nappe aquifère monte jusqu'à la surface ou à peu près, toujours, dans ce cas, le drainage a pour effet de substituer à une couche superficielle imperméable une couche superficielle perméable, et son influence ne peut être que favorable au régime des rivières.

Chaque fois qu'il s'agit d'un terrain superficiel qui ne filtre pas assez vite au gré du cultivateur, et reposant d'ailleurs sur un autre réellement absorbant, le drainage artificiel peut, selon le cas et les circonstances atmosphériques, ou augmenter ou réduire l'alimentation des couches aquifères et partant des sources et des rivières.

D'une manière générale, nous pensons que le drainage agricole fait plus de bien que de mal au régime des cours d'eau; mais les aménagements superficiels qu'entraîne l'utilisation de plus en plus complète du territoire, la grande division du

terrain vers laquelle nous marchons toujours de plus en plus, ces sentiers, ces rigoles, ces fossés, prodigieusement développés, invariablement dirigés vers les plis de terrain, évacuateurs rapides d'eaux gênantes, toutes ces modifications de la surface, que la prospérité accroit et propage, provoquent évidemment les crues à un plus haut degré, réduisent les infiltrations, dépriment et prolongent les étiages des rivières.

**Couches artésiennes.** — Jusqu'à présent nous avons considéré les bases supportant les couches aquifères comme imperméables dans toute l'acception du terme; mais il s'en faut que toujours il en soit ainsi. Ces bases, terreuses ou pierreuses, peuvent présenter des veines sableuses, des fendillements, des crevasses remplies ou non de matières perméables que les eaux supérieures remplissent; et si les terrains sous-jacents offrent des moyens d'évacuation de ces eaux, elles seront perdues pour la vallée supérieure.

Dans le cas de la fig. 10, nous voyons trois vallées qui se suivent à des niveaux de plus en plus bas, de 10 mètres environ.

La première est creusée dans la roche, fissurée jusqu'à une certaine profondeur; son eau s'est répandue latéralement et a rempli toutes les solutions de continuité qui existent sous la couche d'argile compacte. Si cette eau ne trouve de dégagement nulle part et demeure immobile, son effet unique aura été de boucher des vides et de rendre la roche effectivement imperméable dans toute sa hauteur.

L'eau ainsi contenue, entre l'argile compacte au-dessus et la partie rocheuse non fendillée en dessous, est appelée *eau forcée ou artésienne*.

Si au fond de la deuxième vallée, plus basse que la première de 10 mètres, nous engageons un tube jusqu'à la roche, l'eau forcée s'y élèvera, et après un temps plus ou moins long, s'établira au niveau du fond de la première vallée. Ce tube ayant été coupé à ras du sol, l'eau s'en dégagera, la première vallée cessera d'être imperméable et sa rivière fournira toute l'eau débitée par le tube artésien.

Pareille opération pratiquée au fond de la troisième vallée, plus basse que la première de 20 mètres, amènerait des résultats analogues ; toutefois l'eau ne monterait plus strictement ici au même niveau, à cause de la dépression produite par le débit du premier tube, mais son écoulement serait plus abondant si les fissures de la roche demeuraient assez amples et suffisamment alimentées par la rivière supérieure. Plus on effectuerait de ces prises d'eau artésienne, plus les dépressions s'accuseraient, plus se réduiraient les débits de chacune d'elles, plus s'appauvrirait la rivière alimentaire.

**Communications entre les eaux libres et artésiennes. —**  
Nous venons à grands frais d'établir des communications entre les trois vallées ; mais la nature sait plus simplement les réaliser.

Supposons la couche d'argile entre les deux premières vallées percées d'une veine sableuse. La couche aquifère ordinaire étant, à cet endroit, plus élevée que le fond de la vallée rocheuse, perdra constamment de son eau par cette voie, et d'autant plus qu'elle aura été plus bombée par de longues périodes pluvieuses.

Entre les deux vallées suivantes, la veine sableuse précitée ou une autre semblable traversant la base d'argile, donnerait lieu à des effets très variables et contraires. Dans la situation figurée par la coupe, la nappe d'eau est habituellement au même niveau que le fond de la vallée rocheuse, et alors les pressions d'eau sur les deux orifices de la percée sableuse étant égales, il n'y a d'injection d'un côté ni de l'autre ; c'est comme si la trouée n'existait point, comme si la base d'argile était rigoureusement imperméable. Mais cette nappe monte et descend : en période sèche, elle est basse, alors l'eau artésienne l'emporte en pression et pénètre dans la couche aquifère libre ; en période humide, la nappe ordinaire est élevée, et c'est au tour de la roche fendillée à recevoir un contingent de l'eau supérieure.

Ainsi la veine sableuse dont il s'agit n'a, dans le cas actuel, qu'un effet régularisateur pour la couche aquifère

libre sus-jacente et partant pour les sources et les ruisseaux qui en proviennent.

Il est visible enfin qu'une trouée existant plus bas dans la base d'argile, sous la troisième vallée par exemple, aurait invariablement pour effet une affluence d'eau artésienne qui augmenterait d'autant la venue dans cette vallée.

**Rendements aux bassins perméables.** — Ainsi, quand bien même tous ces versants seraient identiques, recevant les mêmes quantités de pluies et se laissant pénétrer par elles en égale proportion, encore leur production d'eau de source, à l'unité de surface, pourrait-elle présenter de notables différences.

En résumé, ces débits dans chaque bassin dépendent : des pluies, de leur importance, de la façon dont elles tombent ; de l'absorption de l'eau par l'air et par les plantes ; du degré de perméabilité, des allures et de toutes les circonstances extérieures du sol ; du degré de rapprochement entre la couche aquifère et la surface ; de la porosité du sous-sol qui recèle l'eau souterraine ; de l'étendue et de la puissance de la couche aquifère ; du degré d'imperméabilité de la base qui la supporte, et de ce qui se passe en dessous de cette base.

On voit à quelles circonstances multiples sont exposés les rendements des bassins perméables, circonstances naturelles qui toutes se rencontrent dans l'étendue d'une de nos provinces, et que viennent modifier encore l'agriculture, l'industrie, les progrès de la civilisation : par les routes et les bâtisses qui s'opposent à la filtration, par les défrichements qui réduisent les pluies et les rendent plus variables, par l'irrigation qui augmente l'évaporation et l'absorption, par les drains et l'aménagement des campagnes qui changent l'état du sol, par les besoins de l'alimentation des villes et des canaux, par les fouilles souterraines qui font dévier l'eau des couches aquifères de sa direction primitive, etc...

Après cela, rappelons ces rendements, souvent appliqués, des rivières de bassins perméables : celui de 54 p. c. indiqué par Claudel, alors qu'il attribue 57 p. c. aux terrains dits imperméables ; celui de 28 p. c. trouvé pour la Seine à Paris ; ceux de 20 à 25 p. c. déterminés par Belgrand aux étendues crayeuses, très perméables, tributaires de la Somme-Soude ; et ceux de Parkes en Angleterre : 25 p. c. aux roches siliceuses, 42 p. c. dans les roches calcaires et 60 p. c. dans les sables ordinaires.

**Peu d'utilité pratique des rendements ; produits à l'hectare.** — Ces rapports, pas plus que ceux rappelés à propos des bassins imperméables, n'ont guère d'utilité pratique, car jamais on ne peut garantir d'avance s'ils sont applicables, de près ou de loin, à telle ou telle de nos rivières.

Il s'agit, en effet, de savoir quelles sont les quantités d'eau qui tombent, et quelle portion de cette eau passe au thalweg, par voie superficielle et par voie souterraine.

Les hauteurs de pluie, nous ne les connaissons en général que pour un point d'une vaste superficie, comprenant au delà de 100,000 hectares, et offrant en ses diverses parties les conditions extérieures les plus dissemblables.

Encore serait-il essentiel de savoir comment l'eau du ciel s'est abattue sur nos terrains, en quels temps, au milieu de quelles circonstances, le tout comparativement aux chutes pluviales de la contrée prise pour exemple.

D'un autre côté, les pertes par évaporation, l'absorption par les plantes, l'arrivée plus ou moins régulière des eaux aux thalwegs et en proportion plus ou moins importante, dépendent, avons-nous vu, de mille conditions diverses dont l'appréciation n'est guère commode.

On voit pourtant des auteurs annoncer fort aisément tel rendement pour les contrées perméables et tel autre pour les contrées imperméables.

Mais, deux terrains qui refusent également de se laisser pénétrer par la pluie peuvent donner lieu à des rendements singulièrement différents.

D'une part, dans une zone rocheuse, les pertes d'eau seront d'autant moindres que les versants seront plus abrupts, plus étroits, plus durs, plus lisses, que la goutte d'eau aura plus tôt disparu par la vallée, que les débits auront une irrégularité plus accusée se rapprochant davantage de la variabilité même des pluies.

D'autre part, sur une zone de terre plastique presque horizontale, couverte d'une végétation touffue, criblée de sillons et de trous, on observera l'effet inverse.

Aux terrains perméables, des oppositions analogues se retrouvent :

Dans un bassin plat, de gros sable, de gravier, de cailloux, avec base dûment imperméable et couche aquifère suffisamment distante de la surface, toute pluie légère ou intense tombe promptement en sous-sol et revient presque entière au fond de la vallée.

Dans un bassin identique, mais où la nappe liquide s'élèverait jusqu'au sol, nulle pénétration de pluie ne pourrait avoir lieu.

Et si en quelque endroit la base était trouée, l'eau qui la traverserait serait perdue pour l'étendue considérée.

Ajoutons que tous les bassins en général donneront les plus forts rendements par les périodes très pluvieuses, mais en eaux superficielles ; que pour les sources, ces rapports grandiront à mesure que les périodes deviendront plus sèches ; que, dans les cas exceptionnels, ils peuvent atteindre et dépasser l'unité ; qu'une couche aquifère puissante dans les sables moyens, étant capable de produire au delà de 1<sup>m</sup><sup>5</sup> d'eau à l'hectare et par jour, pendant un an, alors qu'il n'aurait pas plu dans cet intervalle, son rendement, dans ce cas idéal, s'exprimerait par  $\frac{1}{6}$ , c'est-à-dire *l'infini*.

En réalité, les rendements des bassins dits imperméables peuvent varier, selon les circonstances, de 0 à près de 100 p. c., et ceux des bassins perméables, de 0 à plus de 100 p. c.

La marge est trop large et le secours du *rendement* décidément suspect.

Pourquoi d'ailleurs désire-t-on connaître ce rapport? C'est afin de pouvoir estimer les débits des cours d'eau. Ce mode d'évaluation ne valant rien, exposant au contraire aux plus lourdes erreurs, il faut le condamner et n'admettre que la voie directe, qui est le jaugeage. Il faut donc jauger ces cours d'eau, s'y résoudre souvent et opérer aux plus faciles positions.

Si, à une époque ordinaire, par exemple, et en un point déterminé d'une rivière ayant un bassin de 10,000 hectares, on trouve un débit de 50,000 mètres cubes par jour, c'est que, pour l'époque bien définie où l'on a opéré, l'*unité superficielle* rapporte 5<sup>m</sup> 5.

Ce produit de 5<sup>m</sup> 5 pourra, sans erreur sensible, être appliqué proportionnellement en tous autres points de la même rivière, à la condition que ses versants en amont des nouvelles positions choisies continuent à offrir les mêmes caractères, tant au sol qu'au sous-sol.

En effectuant de nouveaux jaugeages aux diverses périodes qui se succèdent, on obtiendra autant de produits à l'hectare, dont la connaissance importe grandement aux riverains, aux communes, aux provinces et à l'Etat :

Les *minima des années les plus sèches*, pour les distributions d'eau, pour les irrigations, pour la culture, etc. ;

Les *minima d'années moyennes*, qui intéressent spécialement la navigation ;

Les *produits ordinaires ou normaux*, c'est-à-dire qui reviennent le plus souvent et dont s'enquière les usiniers ;

Les *produits des crues ordinaires*, des *grandes crues*, des *plus grandes inondations* qui désolent les vallées ;

Et enfin les *moyennes générales*, dont la détermination exigerait un jaugeage continu, moyennes que l'on ignore partout, dont on s'inquiète peu d'ailleurs et auxquelles se rapportent cependant presque toujours les *rendements* que l'on attribue aux rivières.

Nous allons rechercher à présent les données hydrologiques propres au pays.

---

## II

### RÉPARTITION DES PLUIES SUR ET SOUS LE SOL ; DÉTERMINATION DES COUCHES AQUIFÈRES.

#### RÉGIONS ROCHEUSES.

Commençons par examiner comment la pluie se conduit à la surface et comment la portion de cette eau qui a pénétré dans le sol se répartit entre les diverses couches de terrain de nos régions rocheuses et terreuses. — Voir les cartes de la 1<sup>re</sup> partie.

**Région ardennaise.** — En Ardenne, la situation est simple ; les eaux ne s'éloignent guère de la surface. Par intervalles, les puits rencontrent, à quelques pieds du sol, une eau parfois suffisante et constante, plus souvent rare, qui oscille selon l'abondance des pluies, pour disparaître aux moindres sécheresses.

L'approfondissement des puits augmente peu leur débit. Les fissures remplies d'eau ne sont ni nombreuses, ni profondes, ni fort étendues.

Les sources les plus régulières sortent des « fagnes », qui comprennent des superficies relativement restreintes dans la contrée. L'eau de pluie qui les pénètre, traverse leur masse terreuse et tourbeuse, descend sur la roche, remplit ses fissures et en fait une base imperméable, sur laquelle elle s'élève, et constitue une couche aquifère dont le trop-plein se dégage à la circonférence de ces dépôts meubles.

Ailleurs, les sources sont presque toujours d'une variabilité extrême, et presque partout leurs températures, qui

s'écartent sensiblement de la moyenne du lieu, tant au-dessus qu'en dessous, prouvent ou bien que ces eaux circulent exclusivement dans les portions supérieures des terrains, ou qu'elles ne s'engagent beaucoup plus bas qu'en infime proportion.

Cependant des exceptions s'affirment : de loin en loin, des crevasses plus ou moins développées et larges, remplies de matières terreuses diverses, recueillent un peu d'eau superficielle et lui impriment des qualités spéciales ; c'est ce qui arrive dans la partie N. de la région : aux versants de l'Aisne et de la Lambre, affluents droits de l'Ourthe, à ceux de l'Amblève, de la Vesdre et surtout de son affluent la Hoigne, autour de Spa, toutes étendues où l'on découvre des sources qui, dans de longs trajets souterrains, ont rencontré des éléments ferrugineux, sulfureux, carbonatés, d'où leur viennent des propriétés médicinales recherchées.

**Région condrusienne.** — Dans la région condrusienne, les conditions changent.

Les bandes quartzo-schisteuses paraissent plus fendillées que les roches ardennaises de même nature ; mais ici encore les solutions une fois remplies d'eau, les masses, dans leur ensemble, deviennent imperméables aux eaux supérieures.

En quelques endroits, des deux côtés de l'Eau d'Heure, aux plateaux de Gozée et de Nalinnes, des couches terreuses, puissantes, perméables, recouvrent cette roche, qui porte des eaux souterraines sur plusieurs milliers d'hectares et sur des épaisseurs de 5 à 10 mètres.

Mais ces exemples sont les seuls de quelque valeur ; ils se répètent, fortement amoindris, le long de la Sambre et de la Meuse ; ils n'ont pas assez d'importance pour qu'on s'y arrête davantage.

Il en est bien autrement pour les bandes calcareuses, étrangement disloquées, surtout au contact des roches de différente nature.

Un puits creusé en tel point trouvera l'eau à quelques mètres du sol et sera régulièrement alimenté ; un autre

à 10 pas de distance ne découvrira pas le moindre suintement à 100 mètres de profondeur.

De vastes champs de belles et bonnes terres sont parfois drainés si énergiquement par le calcaire sous-jacent, qu'ils tamisent rapidement les plus fortes pluies et font souffrir la végétation qu'ils portent.

Par les temps humides, les eaux superficielles tombent tout à coup dans des entonnoirs et disparaissent; elles passent dans des crevasses, des cassures, des failles, rejoignent d'autres eaux souterraines, et, suivant des voies inconnues, sortent décantées, filtrées, élaborées des flancs d'une montagne : telle est, entre autres, la source volumineuse qui alimente Chimay.

Souvent on rencontre dans ces étendues des ruisseaux qui, coulant sur des rocailles, s'appauvrissent en route, pour reprendre un peu plus loin, sans affluents latéraux, leurs précédents volumes : des affluents de l'Eau d'Heure, les ruisseaux des Haies, de Loverval et d'autres présentent cette singularité.

L'Eau Noire, en abordant la première bande calcareuse, abandonne une partie de ses eaux à des crevasses d'un développement considérable.

Le long du même ruban de calcaire, le bassin de la Lesse est criblé d'excavations célèbres : celles de On, dans la vallée de la Wamme, aujourd'hui délaissées; celles de Jemelle et de Rochefort, dans la vallée de l'Homme, et dans la vallée de la Lesse, en amont de Han, ces prodigieux souterrains tant courus, où la rivière se précipite en son entier, pour y effectuer un trajet mystérieux de 24 heures environ.

L'explorateur qui, sous l'œil d'un guide sûr, chemine dans ces dédales, tombe de surprise en surprise : ce sont des séries de cavernes immenses et de galeries tortueuses sur 5 à 4 kilomètres de développement connu, où l'on découvre des cavités profondes que parcourent et entretiennent de rapides courants d'eau; des crevasses d'où surgissent des ruisseaux qui fuient dans les anfractuosités de la roche; des évidements si vastes qu'on y pourrait loger

d'importants édifices; des plafonds aux portées énormes, qui ont résisté à maint tremblement de terre, et à chaque pas des concrétions fantastiques, œuvre d'une longue série de siècles.

Fréquemment de nouvelles découvertes faites dans ce voisinage confirment l'opinion émise que toute la bande calcaireuse, à la limite supérieure de la région condrusienne, offre plus particulièrement de ces solutions de continuité, remplies ou non de matières terreuses que les eaux entraînent peu à peu, lorsque, à l'aval, des débouchés suffisants leur sont ménagés.

Dans la vallée de l'Ourthe, à l'embouchure de la Lambre, près de celle de l'Amblève, et à Tilff, des antres aux parois bizarres attirent aussi les voyageurs.

Sous la rive droite de l'Amblève, au bord supérieur du Condroz, on visite les remarquables « grottes » de Remouchamps, qui se développent sur 1 1/2 kilomètre environ de longueur.

La Vesdre, en amont de Verviers, se perd en partie dans son lit; en aval, son affluent le Sénéchal s'engouffre dans des souterrains spacieux; plus bas, entre Pépinster et Chaudfontaine, des « trous » et des cavernes excitent la curiosité.

Les autres bandes calcaires de la région paraissent moins creusées et fouillées par les eaux.

Le long de la rive droite de la Meuse, entre le Hoyoux et le Grand-Pré, on retrouve des « grottes » et des galeries qui sans doute communiquent à des ramifications lointaines; dans le voisinage de Dinant, des eaux circulent en sous-sol et de nouvelles et importantes cavernes appellent le touriste; enfin nous avons vu qu'en France le fleuve lui-même disparaît, sur des milliers de mètres de parcours, dans des calcaires différents des nôtres.

Malgré tant de solutions, de crevasses, de dislocations, qui divisent ces roches, les sources qui s'en échappent n'affectent que les températures ordinaires, parfois assez voisines des moyennes annuelles de la contrée, et apportent ainsi la preuve qu'elles ne se sont guère engagées, en grande



Fig. 11

Coupe de Liège à Tongres

longueurs: 1 à 160000

hauteurs: 1 à 4000

Echelle

Ans



quantité, au delà de quelques dizaines de mètres de profondeur.

De rares exceptions se manifestent : dans la vallée de la Hoigne déjà citée, entre Theux et Pépinster, surgit une eau thermale de 14 à 17° c.; et dans la vallée de la Vesdre, à Chaudfontaine, une source renommée perçant un îlot de la rivière, accuse à son émergence 52 à 53° c., et prouve ainsi que, partie de la surface, — on ne sait d'où, — elle est descendue à 4,000 mètres environ dans les roches pour remonter d'un peu moins.

**Région houillère.** — La vallée houillère, de son côté, présente des particularités à noter.

De Liège à Charleroi, et surtout aux bandes supérieures de ses versants, des ruisseaux créés par les pluies et coulant sur la roche nue, se réduisent peu à peu et à la fin disparaissent; ailleurs, un enduit argileux empâte les fissures, diminue ou annule même les infiltrations; vers les parties inférieures, la roche est fréquemment revêtue d'une couche limoneuse plus ou moins perméable, ayant des épaisseurs de 1 à 10 mètres et se terminant parfois à la base par des cailloux roulés et du gros sable.

Là où la nature a conservé ses conditions primitives, l'eau qui s'est insinuée dans le sol, a bientôt, comme aux précédentes régions, rempli tous les interstices souterrains, et les puits la rencontrent en général d'autant plus près de la surface qu'on est moins éloigné d'un fond de vallée humide.

Presque toujours ces puits sont faiblement alimentés, moins encore dans les schistes que dans les grès, toujours plus crevassés; les niveaux y oscillent entre des limites éloignées de 1 à 5 mètres et plus; de loin en loin cependant, on en trouve qui desservent pleinement un hameau, un quartier, une briqueterie, une petite industrie, ce qui arrive quand ils plongent dans une couche terreuse importante et perméable, ou qu'on a eu la chance de recouper des fissures favorablement développées dans la couche aquifère.

Quelques portions du bassin houiller diffèrent absolument des précédentes (fig. 11).

Au nord de Liège, la roche houillère, dans laquelle le niveau de l'eau, à partir de la Meuse, s'élève progressivement sous la montagne, est recouverte d'une épaisse couche de smectique, supportant à son tour des terrains poreux et une couche aquifère étendue, infiniment plus stable que celles dont nous venons de parler.

A l'O., les plateaux compris entre l'Orneau et le Piéton présentent des particularités analogues.

De même encore entre le Piéton et les sources orientales de la Haine.

Enfin, le terrain houiller de Mons porte des couches terreuses, de 0 à plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, assez peu perméables dans leur ensemble, néanmoins remplies d'une eau qui, au fond de la vallée, presse par dessous le dépôt alluvial qui la recouvre, pour s'échapper et revenir au jour le long des flancs de ce dépôt.

On sait que les charbonnages ont profondément altéré l'hydrologie des lieux où ils ont été installés.

Les « Seews » ou galeries de drainage, percées en un grand nombre d'endroits sur des dizaines de kilomètres de longueur, ont partout déprimé les anciennes couches aquifères et continuent à débiter des milliers de mètres cubes d'eau par jour.

Alors que des fosses, mais en petit nombre, comme celles de Fontaine-l'Évêque, n'ont eu à traverser que des terrains rocheux et secs, les autres, pour la plupart, ont drainé et asséché d'immenses superficies, des localités entières.

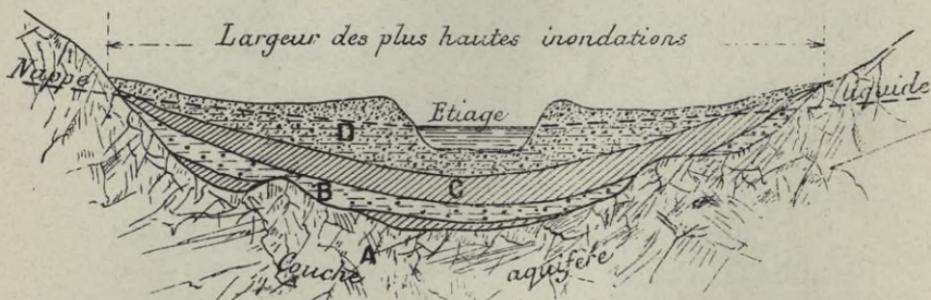
Des exploitations descendues sans difficulté, presque sans épuisement, à de grandes profondeurs, ont été brusquement envahies par les eaux.

Plus les excavations des houillères se sont étendues, plus ont augmenté leurs venues d'eau, et dans plus d'une circonstance il a fallu tout abandonner, un pompage excessif devant amener la ruine.



Fig. 12

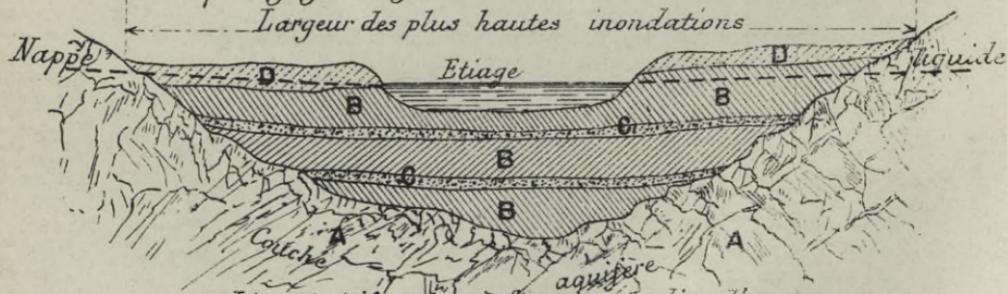
Alluvions  
Croquis figuratif des alluvions de la Sambre



- A. Lit primitif, roches à fissures remplies d'eau
- B. Gravier perméable aquifère
- C. Couche presque imperméable peu fissurée
- D. Couche plus ou moins perméable, aquifère à la base

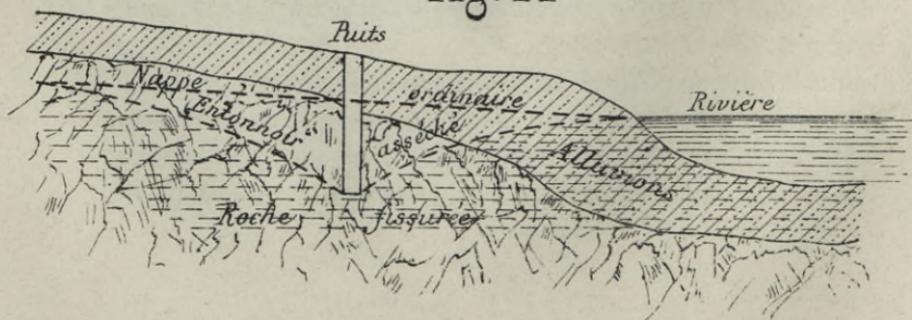
Fig. 13

Croquis figuratif des alluvions de la Meuse



- A. Lit primitif, roches à fissures remplies d'eau
- B. Gravier imperméable ou peu fissuré
- C. Gravier perméable
- D. Limon

Fig. 14



Quand l'épuisement vient à cesser dans une fosse creusée au fond d'une vallée, non seulement l'eau remonte dans l'ouvrage à son ancien niveau, mais habituellement elle s'élève plus haut et donne naissance à une source superficielle, alors que le sol n'était qu'humide autrefois; c'est que la fosse a recoupé des fissures en communication avec des eaux plus élevées que son seuil.

Dans le voisinage des houillères on signale fréquemment les faits les plus bizarres : tels puits ont conservé une bonne alimentation ; plus loin, tels autres ont été mis à sec ; d'autres encore, insuffisamment pourvus, ayant été approfondis pour retrouver de nouvelles sources, ont, au contraire, tout perdu ; etc.

Ces faits montrent combien la situation hydraulique et souterraine du bassin houiller est devenue irrégulière et factice, et à quel point il faut se méfier des surprises.

**Alluvions.** — Arrivons aux dépôts d'alluvions, dont la connaissance est importante au point de vue de l'alimentation des communes (fig. 12 et 13).

En Ardenne, les eaux sont claires par les temps secs et conséquemment n'abandonnent rien ; par les pluies intenses, leur impétuosité devient exagérée ; dès lors, loin de déposer, elles corrodent leurs rives, se troublent, et leur décantation ne s'opère que plus bas, dans les zones condrusiennes, où les pentes s'adoucissent, où les vallées s'élargissent, où des obstacles, des barrages, des ouvrages d'art forcent les eaux à s'élever et à réduire leur vitesse.

Les alluvions se forment ainsi d'un mélange très variable de cailloux, de gravier, de boue siliceuse, argileuse et calcaireuse, dont les degrés de perméabilité diffèrent sensiblement entre des points rapprochés.

La Vesdre et l'Amblève n'ont pas d'alluvions, car nous n'appellerons pas de ce nom les galets, les blocs arrondis et disséminés, qui ne suffisent pas même à voiler la roche.

L'Ourthe, au contraire, dès qu'elle entre en Condroz,

coule sur un lit continu et très bien accusé qu'ont engendré ses eaux.

C'est ce qu'on observe aussi pour la Lesse au sortir de la Grotte de Han.

La Semois, dans son cours supérieur, où elle traverse des terrains peu durs, a des alluvions terreuses; mais quand elle entre en Ardenne, sa vallée se resserre, ses eaux acquièrent plus de vélocité et la séparation des troubles ne se fait plus.

Les alluvions de la Sambre se forment rapidement en France, grâce aux versants crayeux et terreux de la rivière dans ce pays; plus bas, dans la traversée des roches condrusiennes, elles diminuent et manquent par intervalles jusqu'à l'abord du terrain houiller, pour reprendre au delà une complète continuité et beaucoup plus d'importance.

Quant à la Meuse, ses alluvions ne sont signalées en France qu'à partir de Verdun; elles se réduisent et disparaissent même dans l'Ardenne française, pour renaître, s'épaissir et s'étendre dans la région condrusienne et en aval.

Nous ne possédons que peu d'indications précises au sujet de ces laisses de rivières; les seules vraiment intéressantes d'ailleurs sont celles de la Sambre et de la Meuse, dont les rives sont animées par des populations nombreuses.

**Alluvions de la Sambre.** — Le long de la Sambre, Marchienne-au-Pont fit autrefois exécuter quelques puits en amont de la gare Saint-Martin, au lieu dit « Gennelies », sur la rive droite. On trouva de l'eau près du sol; l'épuisement donna d'autant plus qu'on approfondit davantage, et la venue devint considérable lorsque, arrivé à 7 mètres de profondeur, on atteignit le gravier.

En aval et sur la rive opposée, près de l'usine de Monceau, une tranchée profonde de 4 mètres, creusée dans un cailloutis empâté de glaise, ne fournit que des suintements, quand les puits voisins, descendus à peu près au même niveau, étaient régulièrement alimentés.

De ces deux localités à Charleroi, quelques sondages

effectués à faible distance des rives, et rapportés par feu Laduron, ont accusé des dépôts au-dessus de la roche, allant de 2 à 5 mètres d'épaisseur.

En aval, les alluvions augmentent d'épaisseur. Partout sous ces rivages, de Marchienne à la Meuse, des puits très nombreux ont été pratiqués, de 3 à 10 mètres de profondeur, rarement au delà ; on les dit engagés jusqu'au « 1<sup>er</sup> gravier » ou jusqu'au « 2<sup>d</sup> gravier » ; exceptionnellement ils atteignent la roche de schiste ou de grès ; on ne les exécute pas toujours avec facilité et parfois il faut recourir aux cuvelages ; ils fournissent des eaux très variables de qualité et de volume ; en général, les niveaux s'y observent au-dessus de la rivière, mais l'inverse se rencontre et, par exception, d'une manière constante et prononcée ; des puits qui de mémoire d'homme n'avaient jamais cessé d'être largement pourvus, ont tout à coup perdu leurs eaux par le drainage de fosses établies à grande distance ; les charbonnages ont rendu nécessaires la multiplication des puits et leurs approfondissements successifs ; ce n'est qu'avec crainte que les habitants les creusent davantage et toujours ils redoutent de rencontrer la roche, qui souvent absorbe les eaux.

Quand la Sambre est très basse, l'eau baisse d'abord dans les puits du 1<sup>er</sup> gravier, puis dans ceux du 2<sup>d</sup> ; quand elle est haute, l'eau remonte d'abord dans les puits les plus profonds ; quand des crues surviennent, l'eau souterraine se trouble par places et les caves sont inondées.

De l'ensemble des renseignements recueillis il résulte :

Que sur le fond rocheux de la vallée de la Sambre doit s'étaler, avec solutions de continuité, un enduit glaiseux ou un cailloutis gorgé de matière imperméable ;

Que par-dessus repose un gravier perméable de 0 à plusieurs mètres d'épaisseur ;

Qu'ensuite vient un limon gras, fréquemment bourré de cailloux, imperméable dans son ensemble, ayant rarement moins de 1,™00 d'épaisseur et parfois 5 à 6 mètres ;

Que la couche suivante commence par du sable et du gravier perméables et continue, en montant, par des élé-

ments de plus en plus fins, donnant peu ou point de perméabilité, le tout offrant de 0 à plusieurs mètres d'épaisseur.

**Les alluvions de la Meuse.** — La Meuse ayant un bassin plus rocheux, avec peu de terre à la surface, des affluents rapides, clairs par les temps secs, impétueux, torrentiels par les pluies copieuses, il est naturel que ses alluvions contiennent plus de matières pondéreuses, qui s'affaissent malgré la vitesse du fleuve, et moins de matières ténues, que le moindre courant emporte jusqu'à l'aval de nos frontières.

Sur le fond primitivement rocheux de la vallée, s'est déposée une couche plus ou moins épaisse d'un gravier allant du gros sable à des cailloux de 7 à 8 centimètres de diamètre et par exception à des blocs volumineux.

Souvent ce gravier se présente par tranches alternantes, imperméables ou perméables, les unes remplies d'un limon gras et compact, les autres libres de toute matière obstruante; sa surface supérieure se retrouve d'ordinaire près du niveau d'étiage. Par-dessus viennent des terres argileuses, grises ou jaunes, qu'interrompent de loin en loin des poches ou des bancs sableux, puis des remblais parfois considérables.

Le chenal du fleuve est donc creusé dans le limon alluvial et découvre le gravier au fond.

Mais ce ne sont là que des dispositions générales; dans une nature capricieuse, des exceptions se rencontrent à chaque pas.

C'est ainsi que fréquemment la roche nue perce le lit, les côtés et les plaines latérales du fleuve.

A l'écluse d'Hastières, près de l'embouchure de l'Hermeton, on a trouvé la roche recouverte de 4 à 5 mètres de gravier, disposé par tranches que séparent des lits d'argile de 20 centimètres d'épaisseur.

Dans le voisinage de Dinant, les sondages ont percé 5 à 6 mètres de gravier sous l'étiage.

A Namur, des épaisseurs plus fortes ont été reconnues et

le limon des plaines, au-dessus du gravier, y atteint jusque 7<sup>m</sup>,00 et plus.

A l'aval, ces dépôts s'épaississent encore ; la diminution de vitesse du fleuve, la Sambre et la Méhaigne, qu'alimentent des bassins en grande partie terreux, ont augmenté la proportion des éléments légers dans les alluvions.

Au voisinage de Liège et notamment au confluent de l'Ourthe, on a trouvé des épaisseurs de gravier allant de 8 à 10 mètres.

Sur les rives du fleuve des puits ont été creusés en nombre considérable ; ils traversent en général quelques mètres d'alluvions terreuses et de gravier peu ou point perméables, pour effleurer un premier gravier perméable qui fournit beaucoup d'eau, et ils paraissent subir à un moindre degré que ceux des côtés de la Sambre l'influence des charbonnages, des crues et des basses eaux.

Enfin, des épuisements effectués au fond d'excavations pratiquées dans le lit du fleuve ou en dehors, ont eu pour conséquence l'assèchement de puits particuliers à de grandes distances et sur les deux rives à la fois.

**Formation des alluvions et des couches aquifères qu'elles recèlent.** — Originellement, la roche formait donc le lit de la Sambre et de la Meuse. — Voir les coupes précédentes.

Les pluies qui arrosaient les versants, pénétraient en partie dans le sous-sol, remplissant les fissures à toutes profondeurs et réalisant une couche aquifère dont les eaux dégorgeaient au fond de la vallée par les crevasses les plus étendues et les mieux disposées.

Ces rivières coulant avec plus de force et de volume qu'aujourd'hui, entraînaient plus de terres et de cailloux ; les pierres descendirent sur le fond et la matière meuble, tenue en suspension, alla se déposer plus loin. Là où la roche représentait des pointes, des bosses, des pentes raides, les alluvions ne purent se maintenir ; là, au contraire, où elle offrait des creux, des entonnoirs, des contre-pentes, les

matériaux charriés durent s'amonceler en quantités prédominantes. Il était donc naturel que les alluvions présentassent de grandes inégalités. D'ailleurs de violents orages sévissaient dans ces vallées vierges et des crues rapides vinrent par intervalles remanier les dépôts nouvellement formés.

Les couches de gravier, sans limon, marquent des périodes violentes; les cailloutis terreux, des alternances de grands troubles et de calme; les lits d'argile et de limon, l'apaisement après la tourmente.

Pendant ces formations, la couche aquifère, qui jusque-là avait eu au thalweg des débouchés faciles et multiples, dut se relever latéralement et prendre plus de force pour permettre à ses eaux de percer les alluvions aux endroits perméables. Elle se releva d'autant plus que les dépôts s'épaissirent davantage et lui opposèrent plus de résistance; il arriva même que la nappe liquide montant, sous les versants, au-dessus des bords alluviaux, des sources de trop-plein se firent jour le long de ces limites, pour rejoindre la rivière par voie superficielle.

Quand donc rien n'a dérangé l'œuvre de la nature, c'est exclusivement l'eau de pluie, descendant en sous-sol, qui comble les fissures de la roche comme les interstices du gravier, et qui s'injecte dans la rivière ou vient latéralement émerger à ciel ouvert.

Dans cet état, considérons les puits ordinaires percés sur les deux rives de la Sambre ou de la Meuse.

S'il n'y a d'épuisements nulle part, les niveaux d'eau relevés dans chacun de ces puits exprimeront que les nappes aquifères descendent régulièrement jusqu'au fond de la vallée.

Si de l'un d'eux on enlève de l'eau, le nivellement accusera une dépression en ce point.

Et la rivière conservant un régime régulier, on ne verra se produire d'autres phénomènes que des oscillations générales de ces deux versants liquides tournant en quelque sorte autour du thalweg pris comme charnière.

De nos jours, les hauteurs d'eau maintenues dans la Sambre et dans la Meuse sont devenues peu changeantes, grâce aux barrages; mais il y a presque tous les ans des chômages et de loin en loin de fortes crues.

Les chômages ont lieu à l'arrière-saison, vers les mois d'août, de septembre ou d'octobre, parce que c'est d'ordinaire l'époque des moindres débits. Alors les retenues d'eau sont supprimées; il se produit de brusques abaissements de niveau d'une couple de mètres environ; la résistance à la sortie des sources de la couche aquifère est réduite d'autant; les nappes liquides s'affaissent et descendent sous les puits qui ne sont pas assez profonds.

Ces chômages sont plus ou moins longs, suivant l'importance des curages, des réparations, des travaux à exécuter dans le lit de la rivière; en général ils se prolongent pendant plusieurs semaines.

A la fin de ce temps d'arrêt, les retenues étant rétablies, l'eau remonte dans la rivière et presse les flancs asséchés de son lit; elle pénètre donc latéralement dans les alluvions aux endroits les plus poreux, et envahit d'autant mieux les puits voisins qu'elle doit effectuer moins de trajet pour les atteindre; c'est alors qu'on se plaint au rivage des troubles soulevés par les pompes; c'est encore à ce moment que les nappes liquides se relèvent et reprennent peu à peu leurs niveaux d'avant le chômage.

Si par suite de pluies peu copieuses, mais persistantes, la rivière monte avec lenteur au-dessus de sa flottaison habituelle, cela n'aura d'autre effet que d'obliger la couche aquifère à se rehausser de même; les puits n'en seront que mieux fournis et les troubles n'y apparaîtront point.

Si, au contraire, à cause de fortes averses, la rivière gonfle subitement, elle enverra de son eau dans les terres voisines et affectera les puits qu'on y a percés, jusqu'à ce que la couche aquifère ait pris la position surélevée que commandent les conditions nouvelles.

Au lieu de puits ordinaires d'où l'on tire très peu d'eau

et dont les débits ne dépriment que légèrement la couche aquifère, considérons un puits à grande section, foncé près de la rive, au travers des divers graviers, jusqu'à la roche, et destiné à de forts épaissements (fig. 14).

Le niveau d'eau dans cet ouvrage s'établira à la même hauteur que dans les puits particuliers voisins situés à égale distance de la rivière, et subira des fluctuations identiques, puisque c'est une même et unique couche aquifère qui détermine ces mouvements.

Mais plongeons l'aspiration de la pompe jusqu'au fond de notre grand puits et procédons à un épaissement progressif.

Nous voyons le niveau d'eau en ce point s'affaisser peu à peu et descendre bientôt en dessous de celui de la rivière. Le pompage creuse la couche aquifère sous la forme d'un entonnoir dont le sommet est à l'eau du puits, les génératrices d'autant plus abaissées et la base d'autant plus large, que le terrain a plus de perméabilité.

Tant que la base de l'entonnoir ne se sera point propagée jusqu'à la flottaison, le lit de la rivière restant mouillé dans toute son étendue, tant par l'intérieur que par l'extérieur, ne laissera guère passer l'eau de celle-ci dans les alluvions, et le puits ne devra son alimentation qu'aux pluies ayant filtré jusqu'à la couche aquifère. Aussi l'eau obtenue aura-t-elle la température et la composition de celle des pompes particulières du voisinage. Toutefois, s'il existait par exemple des fissures, des communications faciles, entre le lit et le fond du puits, la rivière y injecterait de son eau, et celle-ci n'ayant pas à vaincre trop de résistance, aboutirait à l'aspiration.

L'épaissement continuant avec plus de force, le niveau descend davantage, l'entonnoir asséché s'élargit et ses génératrices s'abaissent sous la flottaison. Dès lors la situation change : le bord supérieur du lit alluvial n'est plus mouillé que par la rivière, et celle-ci envoie de son eau dans l'entonnoir par les flancs de son chenal, en même temps que les fissures précitées en fournissent en plus fortes quantités.

La pompe relève dans ce cas un mélange d'eau de source

parfaitement filtrée et d'eau de rivière qui l'est peu, parce que le puits a été pratiqué à faible distance de la rive.

Plus le pompage augmente, plus le niveau s'abaisse, plus se creuse et s'étend l'entonnoir dans la couche aquifère et plus se développe la surface influencée aux parois mouillées du chenal; les troubles de l'eau relevée s'accroissent, sa température, sa composition se modifient et se rapprochent de celles de la rivière.

Pareil puits foncé à plus grande distance de la rive, mais dans les mêmes alluvions, donnerait lieu à des phénomènes analogues : toutes choses égales, l'eau de rivière ayant à faire plus de trajet, ayant un contact plus prolongé avec le sous-sol, son affluence à la pompe serait moindre, sa filtration plus complète, ses qualités plus uniformes; et pour obtenir la même quantité de meilleure eau que tantôt, il suffirait d'augmenter la section de l'ouvrage drainant, d'offrir à l'eau plus de voies d'accès, en recoupant plus de fissures et de surfaces perméables sous la nappe aquifère.

Enfin, si ce puits est une fosse de charbonnage, descendue à plusieurs centaines de mètres sous le sol et détachant à divers niveaux des galeries d'exploitation, les chances de rencontrer des fissures qui communiquent avec les eaux supérieures seront d'autant plus nombreuses que ces ouvrages souterrains auront pris plus de développement; un appel constant de ces eaux pourra élargir leurs conduits; certaines crevasses, obstruées jusque là par des matières terreuses, pourront se dégorger, fournir des affluents nouveaux, inonder même les travaux au point de forcer les mineurs à la retraite; et si une fissure aboutissant à un puits ordinaire ou à son voisinage est capable d'absorber une grande partie de l'eau qu'il recevait, le niveau dans ce dernier ouvrage ne disparaîtra point, mais il pourra descendre notablement sous celui de la rivière.

---

### III

## DÉTERMINATION DES COUCHES AQUIFÈRES.

(Suite.)

---

### RÉGIONS TERREUSES.

**Relations souterraines entre les régions rocheuses et terreuses.** — Les régions rocheuses, au midi de la ligne Sambre-et-Meuse, alimentent-elles d'eau les régions terreuses?

C'est le point dont il faut s'assurer d'abord.

On a souvent prétendu que les eaux qui, dans l'Ardenne, s'introduisent en sous-sol, descendent partiellement à de grandes profondeurs, passent sous la Sambre ou la Meuse et vont se presser entre les couches de terrain des régions septentrionales, ou même reviennent au jour en certaines parties élevées de la Belgique ondulée.

Des projets considérables de distribution d'eau ont été basés sur cette hypothèse, sans qu'elle ait jamais été sanctionnée par aucune preuve, par aucun fait de la moindre valeur.

Il est très probable que des eaux ardennaises glissent en sous-sol jusque dans les roches condrusiennes; encore ne sauraient-elles être volumineuses, en présence de la célérité avec laquelle les pluies de l'Ardenne gagnent le fond des vallées, de l'insignifiante alimentation des puits, de l'extrême variabilité des sources, circonstances dénotant que les eaux pénètrent peu dans les roches et n'y séjournent guère.

Mais la région condrusienne fournit-elle de l'eau souterraine de l'autre côté de la vallée Sambre-et-Meuse?

Pour éclairer le sujet, il faudrait des jaugeages combinés avec des observations pluviométriques, mais les données précises font absolument défaut.

Cette grande vallée est presque entièrement occupée par le terrain houiller; sur les deux versants, de nombreux charbonnages ont engagé leurs puits et galeries à des centaines de mètres de profondeur; les terrains traversés sont fissurés; de formidables affaissements ont déchiré la roche jusqu'au jour; et presque partout, de notables quantités d'eau pénètrent dans les travaux.

Pourquoi les eaux souterraines de la région condrusienne ne profiteraient-elles pas de tant de voies faciles qui leur sont offertes et tout d'abord sur la rive droite?

Pourquoi, ayant évité ces drains développés et profonds, n'iraient-elles pas s'injecter dans les alluvions du fond de la vallée?

Pourquoi, après avoir échappé à toutes ces sollicitations, ne tomberaient-elles pas enfin dans les charbonnages et les mines de la rive gauche?

Il y a bien sous le versant droit de la grande vallée une couche aquifère, formée par les pluies qui remplissent les fissures de la roche et dont on peut soupçonner les eaux de passer au sous-sol du versant gauche; mais de ce dernier côté existe une autre couche aquifère égale, ou à peu près, qui s'oppose aux envahissements de la première.

Aucun indice ne permet de suivre le trajet souterrain d'eaux cheminant de l'un à l'autre côté de la ligne Sambret-Meuse; nous voyons que les épuisements dans les zones rocheuses, par les puits, les travaux, les carrières, les mines et les houillères, affectent, pour commencer, leurs voisinages immédiats, et que leurs rendements, pour être justifiés, n'ont nul besoin d'apports lointains et hypothétiques.

Bien que nous ne possédions aucune vérification régulière pour conclure avec certitude, nous dirons :

Qu'il est très peu probable que des eaux ardennaises passent souterrainement au travers des zones rocheuses inférieures;

Qu'il n'est pas impossible que des eaux de la région condrusienne s'insinuent sous quelques bassins de la Belgique terreuse ;

Mais que, dans l'affirmative, ces eaux ne sauraient être abondantes, ce que nous allons chercher d'ailleurs à mieux apprécier, en étudiant les diverses zones restantes du pays.

**Première couche aquifère.** — Rappelons que les roches les plus anciennes viennent affleurer aux parties élevées de la région ondulée, et qu'en descendant au N., par ondulations successives parfois très prononcées, elles sont recouvertes de couches de plus en plus récentes, les unes perméables, les autres imperméables.

Ainsi, dans la plus grande partie du bassin de la Méhaigne la *roche ardennaise* se montre au jour, ou n'est cachée à nos yeux que par un peu de cette terre limoneuse légèrement perméable qui fait la richesse agricole de la Hesbaye. La pluie qui pénètre le sol de ce bassin atteint bientôt la roche, s'engage dans ses fissures et les remplit ; dès lors cette base est devenue imperméable et sert de support à une couche aquifère qui alimente les sources plus ou moins variables de la vallée.

Mais ces fissures descendent-elles profondément et transmettent-elles au loin et par en bas une partie des eaux qu'elles ont reçues du sol ? C'est une supposition admissible ; et, dans ce cas, les eaux ainsi soustraites au bassin de la Méhaigne doivent se diriger finalement vers le N., pressées entre la roche ardennaise, qui inférieurement finit par devenir imperméable, et les couches moins anciennes qui viennent immédiatement au-dessus.

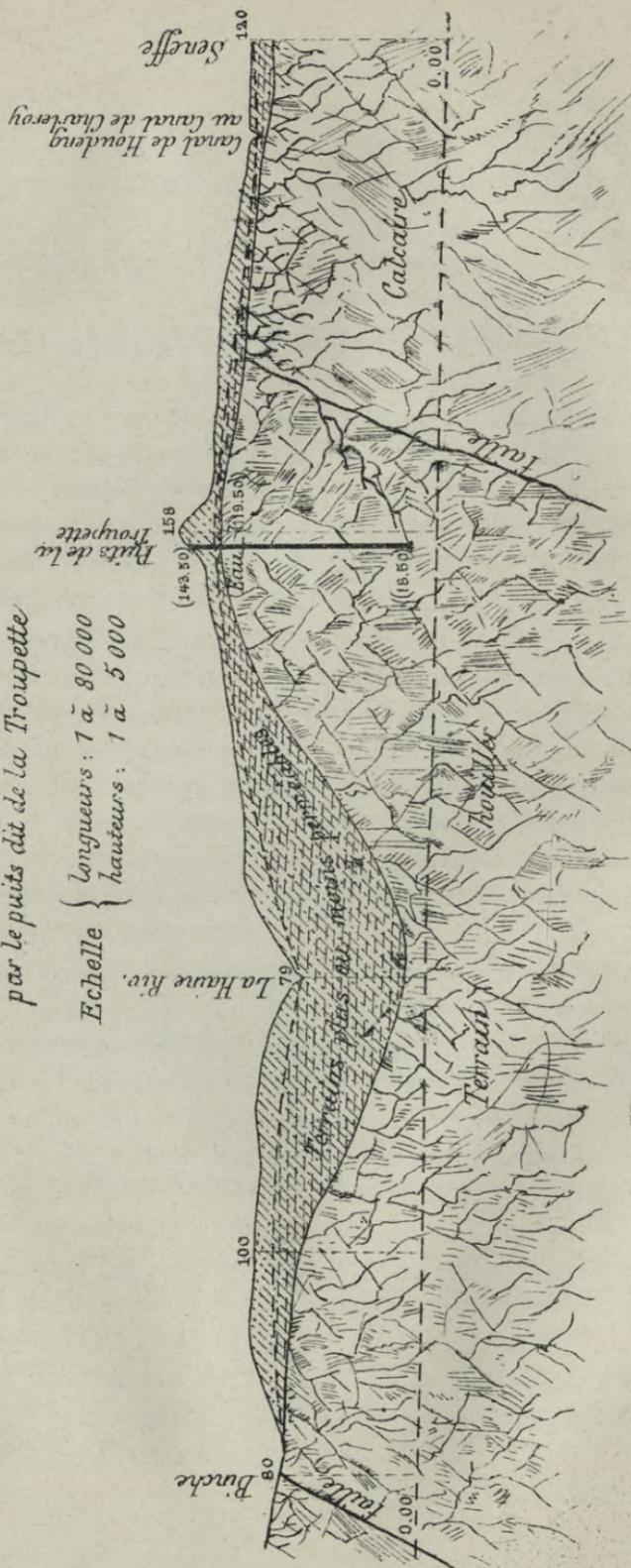
Les mêmes circonstances géologiques se répètent, mais très peu développées, aux ruisseaux supérieurs de l'Orneau, de la Grande Geete, de la Dyle ; elles reprennent de l'importance aux bassins de la Senne et de la Dendre, entre Nivelles, Enghien et Hal ; et de même ici des eaux peuvent s'échapper par le dessous.



Fig. 15

Coupe de Binche à Seneffe,  
par le puits dit de la Troupette

Echelle { longueurs: 1 à 80 000  
          hauteurs: 1 à 5 000



N. — Les épaisseurs des terrains et de la couche aquifère au dessus du Calcaire et du Houillier sont supposées.

Ce qui est vrai pour les roches de l'Ardenne, l'est plus encore pour celles du *Condroz*, beaucoup plus crevassées. Or, elles viennent au jour ou touchent un sol perméable, sur d'amples superficies, depuis l'embouchure de la Méhaigne jusqu'à Tournai; et les venues d'eau toujours trop copieuses au fond des riches carrières si multipliées dans cette vaste étendue, sont une preuve matérielle des pertes par filtration inférieure que subissent certains bassins au profit d'autres bassins contigus ou éloignés.

Le *terrain houiller* donne lieu à des remarques analogues, et, à ce propos, cherchons à déterminer l'origine des eaux du puits déjà signalé de la Troupette, territoire de La Louvière (fig. 15).

Nous savons que les mineurs, arrivés à 125 mètres de profondeur, recoupèrent une veine d'eau d'une telle puissance qu'elle les força à remonter en hâte, les poursuivant sur 100 mètres de hauteur, pour s'arrêter à la cote 119,50. Or, ces eaux sont calcareuses, et les débits considérables qu'elles fournirent pendant plusieurs mois consécutifs, quand on y appliqua des machines d'exhaure, furent d'une surprenante constance. Il faut donc qu'elles soient transmises par des terrains de nature calcareuse, que la couche aquifère y offre une grande étendue et soit située à une cote égale ou peu supérieure à 119,50.

Ces sources ne sauraient venir ni du S. ni de l'O., où les eaux souterraines sont trop basses. A l'E., la couche aquifère est suffisamment élevée, mais elle est très peu calcareuse et repose sur une bonne base d'argile compacte. Au N. c'est le plateau de la Senne, large superficie au-dessus de la cote 120, dont le sol est une pellicule terreuse perméable, et le sous-sol, la roche calcaire disloquée. Toutes les conditions se trouvent donc réunies de ce côté, et l'on peut dire que du fond de la fosse de la Troupette part une crevasse qui monte dans la direction du N., aboutit à la séparation mal soudée peut-être des roches charbonnière et calcaire, et communique de la sorte au réseau des fissures supérieures de ce

dernier terrain, lesquelles sont en relation par un grand nombre de points avec la couche aquifère du plateau.

Partant de là, si des épuisements sont effectués dans la fosse dont nous parlons, l'eau soutirée proviendra du bassin de la Senne, et, répandue au jour, s'écoulera dans la vallée de la Haine.

Le terrain crétacé s'étale peu à la surface, mais notablement plus sous le limon perméable, et cette roche, très fissurée, est exceptionnellement terminée à la base par une smectique imperméable.

Le bassin du Geer est ainsi constitué (Voir la fig. 44).

L'eau qui, venant du sol, filtre au travers de la craie, est arrêtée par cette argile compacte; puis, descendant au N.-O., elle peut, en partie et au delà du Geer, s'engager sous l'argile de Landen.

La smectique ne paraît pas exister ailleurs si ce n'est peut-être par lambeaux isolés de peu d'étendue, et dès lors sans efficacité; de nombreux sondages, dans les régions ondulées et basses, ont permis de constater son absence complète.

La partie septentrionale du bassin de la Méhaigne offre les mêmes particularités: ici, la pluie qui a pénétré dans la craie est à la fois exposée à tomber dans les fissures de la roche des Ardennes et à glisser au N. sous l'argile landénienne.

Dans la vallée de la Haine, le crétacé appuie sur le terrain houiller, qui n'est pas, comme on sait, d'une imperméabilité garantie.

Au S. et à l'O., la roche crayeuse se répand largement en France, notamment dans les bassins de l'Escaut et de la Lys; on la voit quelque peu se développer encore à l'E., entre Maestricht et Aix-la-Chapelle; et il faut admettre que l'eau qu'elle reçoit peut, en partie et par voie souterraine, arriver sous nos régions terreuses.

Il y a donc vers le bord méridional de la Belgique ondulée, — voir la fig. 16 — et en dehors du pays, de vastes superficies





rocheuses, des centaines de mille hectares, qui absorbent des eaux superficielles pour les répartir suivant un mode qu'il s'agit de déterminer.

Dès que ces eaux se sont engagées dans les fissures, elles en suivent les sinuosités et descendent pour trouver un appui sur une base imperméable, généralement formée par la roche ardennaise, prise à certaine profondeur dans sa masse. Les eaux ayant rencontré cet appui, s'y arrêtent, s'élèvent au-dessus, remplissent toutes les solutions de continuité et finissent par atteindre la face inférieure de la couche imperméable landeno-ypresienne, en éprouvant des pressions d'autant plus fortes qu'elles sont situées plus bas, et conséquemment plus au N. dans la Belgique terreuse.

Si donc on veut retrouver ces eaux artésiennes, il faudra s'installer suffisamment en aval des affleurements de schiste, de grès, de calcaire et de crétacé, percer les terrains jusqu'au bas des formations argilo-sableuses et rencontrer des fissures.

La grande couche landeno-ypresienne, bien qu'imperméable dans son ensemble, ne l'est pas d'une manière effective en certaines parties de sa masse. C'est ainsi qu'à des hauteurs variables au-dessus de sa base argileuse, — hauteurs qui paraissent grandir du S. au N., — doit régner une séparation mal déterminée jusqu'ici de sables verts, fins ou moyens, parfois un peu gras, excessivement comprimés et, par conséquent, peu perméables. Cette assise sableuse est susceptible de recevoir de l'eau, soit directement de la surface, quand elle affleure ou n'est recouverte que de terres perméables, soit des roches quand elle vient finir contre celles-ci, comme dans le cas du précédent croquis. En définitive, les eaux que renferment ces sables et les roches sous-jacentes ont donc une commune origine; elles proviennent d'une même source générale, qui se divise en deux parts : la plus grande descend sous la base landeno-ypresienne, l'autre filtre péniblement dans les sables verts.

**Puits artésiens.** — De nombreux forages ont été pratiqués en vue de découvrir l'eau ainsi emprisonnée.

On connaît le puits artésien d'Ostende. Après avoir traversé 25 à 30 mètres d'alluvions maritimes, la sonde pénétra dans la couche terreuse d'Ypres et de Landen, qui atteint à cet endroit 175 mètres de puissance; on n'obtint que très peu d'eau à la rencontre du sable vert et il fallut passer outre. L'outil ayant troué la couche entière, tomba sur la roche crétacée; une source surgit à 200 mètres sous le niveau de la mer et s'éleva au-dessus du sol jusqu'à la cote 10 environ. Le sondage poursuivi jusque dans la roche de l'Ardenne, à 100 mètres plus bas, recoupa des fissures plus nombreuses qui augmentèrent la venue de cette source.

Sous le territoire de Gand, le sable vert ne procura point d'eau; mais la craie ayant été atteinte à la cote —160, une source abondante s'en dégagaa pour monter à 12 mètres d'altitude.

Sous Alost, la traversée de la couche landeno-ypresienne ne fournit pas de résultats satisfaisants; ici encore on dut percer plus bas: d'un côté on atteignit l'eau artésienne en touchant le créacé, au niveau de —120 environ; de l'autre, cette roche plus compacte ne produisit rien, mais l'outil ayant troué un lit d'argile de 3 mètres, découvrit la roche de l'Ardenne à —155, et une source s'établit à la cote 14.

Au S. de ces localités, dans la région argileuse, beaucoup d'essais furent tentés, qui souvent échouèrent à cause de l'inexpérience des opérateurs.

A Courtrai et à Menin, on ne trouva point d'eau dans le créacé, trop compact et imprégné à ces endroits d'éléments argileux; mais le sondeur persista, troua ce terrain, et après qu'il eut touché la roche du Condroz, l'eau surgit de cette dernière et vint s'arrêter à la cote 15 environ.

Au delà de nos frontières, à Tourcoing, à Roubaix, à Lille, et dans la direction de Dunkerque, quantité de puits artésiens ont fourni de bons résultats.

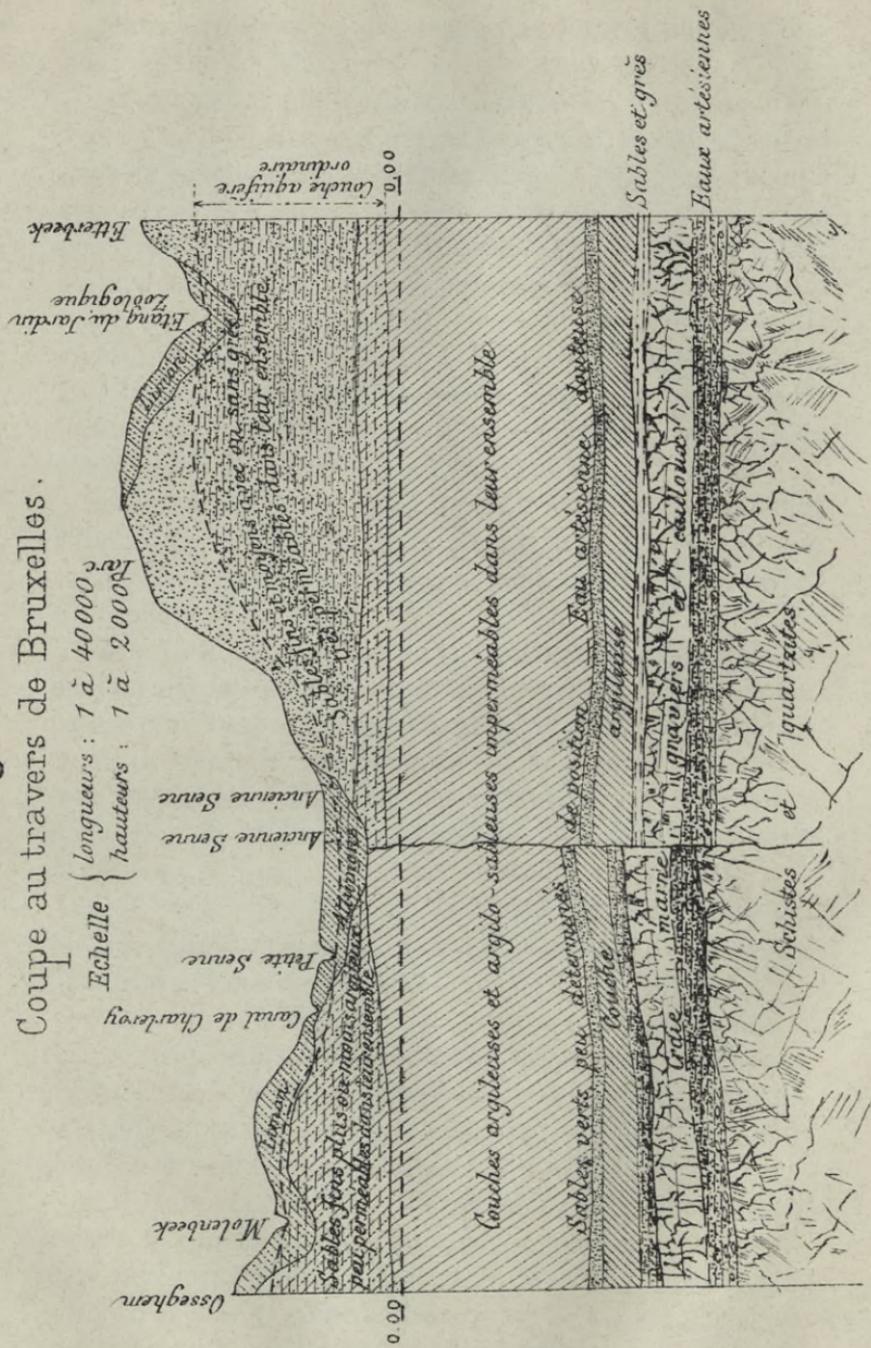
Remarquons qu'immédiatement au S. de ces positions nous arrivons aux affleurements du créacé.



Fig. 17.

Coupe au travers de Bruxelles.

Echelle  
 } longueurs : 1 à 40000  
 } hauteurs : 1 à 2000  
 } Toises



Entre Lille et Tournai, des forages ont parfaitement réussi.

Près de ces lieux, la craie et le calcaire se montrent au jour à une altitude peu différente de 15 mètres.

A l'E., dans la direction de la Senne, beaucoup de sondages ont été pratiqués.

On a échoué à Braine-le-Comte, à Virginal et dans d'autres localités voisines; mais il fallait s'y attendre, puisque la roche de l'Ardenne, inférieure à toutes les autres, affleure en ces endroits même et fort en aval, jusque Hal, à la cote 50.

Plus bas, à Ruysbroeck, se rencontre le premier puits artésien réussi de la vallée. Le foret, après avoir traversé 15 mètres de sable et de gravier, 1 à 2 mètres d'argile compacte et 14 mètres de craie, de silex et de grès, tomba dans une large crevasse de la roche schisteuse, d'où s'élança une source abondante, qui, dans les premiers moments, emporta des débris de végétaux, preuve manifeste, dit M. van Erthorn, de la communication par voie souterraine de ce schiste avec un cours d'eau voisin. Cette eau s'établit à la cote 25 à peu près.

Sous l'agglomération bruxelloise, l'eau artésienne est presque toujours rencontrée à la base de la couche landenopresienne, à la cote —55 environ; en perceant davantage, en pénétrant dans la craie, puis dans la roche de l'Ardenne, on augmente d'autant les chances de recouper de nouvelles veines liquides, et cette eau, qui s'élevait autrefois à la cote 20, quand on la recueillait peu, se tient à présent entre 17 et 18 mètres d'altitude (fig. 17).

Au N., de multiples forages ont invariablement révélé l'existence de la même couche artésienne, qui descend progressivement comme les terrains perméables ou fendillés qui la comprennent.

Sous Louvain et son voisinage, la couche d'argile s'infléchit et forme une vallée ou une cuve; l'outil n'atteint sa base qu'à 75 mètres en moyenne et l'eau qui s'en dégage monte à la cote 50.

Plus à l'E., sous les campagnes retentives du bassin de la

Geete, à Hougaerde, à Tirlemont, à Landen, à Léau, à Saint-Trond, la base de l'argile landeniennne ondule à peu près à la cote 0, et l'eau parfois très volumineuse qui s'échappe de dessous cette couche, atteint 40 à 45 mètres d'altitude.

Au N. de ces localités et notamment le long du Demer, d'autres sondages ont été exécutés, heureux ou malheureux, selon les moyens mis en œuvre; et nul doute que l'eau artésienne dont il s'agit ne se continue au delà, sous la Campine, mais à des profondeurs de plus en plus grandes et partant de moins en moins accessibles.

Or, quand nous remontons la Grande-Geete, nous voyons, à 5 kilomètres en amont des puits artésiens de Hougaerde, la roche de l'Ardenne percer le sol, et à l'E. des forages de Saint-Trond et de Landen, le crétacé paraître au jour le long du Geer et affleurer dans la vallée près de Maestricht à 50 mètres environ d'altitude.

La première couche aquifère est donc continue et fort importante sous l'assise landeno-ypresienne, en aval des lieux où les terrains plus anciens ont percé le sol; discontinue ou de peu de valeur dans les sables verts. Les niveaux hydrostatiques des eaux de cette couche sont d'autant plus bas que les affleurements voisins desdites roches sont moins élevés, plus éloignés des forages considérés, et ces constatations viennent renforcer ce que nous avançons précédemment, à savoir que les schistes, les grès, les calcaires et les craies, à l'O. et au N. de la ligne Sambre-et-Meuse prolongée vers Aix-la-Chapelle, doivent être considérés comme alimentant d'une manière exclusive la couche artésienne dont il s'agit.

A Bruxelles on la supposait autrefois partagée en trois tranches distinctes, et l'on disait 1<sup>re</sup>, 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> eau artésienne, suivant qu'elle était rencontrée entre les argiles d'Ypres et de Landen, plus bas dans la craie, ou plus bas encore dans les grès et les schistes; aujourd'hui, après les nombreux forages effectués et les déterminations plus sûres qu'ils ont permis de faire, il faut modifier ces appréciations.

Sous l'agglomération bruxelloise, la tranche supérieure est pratiquement douteuse; tandis que les deux inférieures fournissent en général des eaux abondantes et se confondent, parce que le crétacé a peu d'épaisseur à cet endroit.

Plus au N. et à l'O., cette roche croissant notablement en puissance, les fissures la traversent de moins en moins, et les deux eaux se trouvent ainsi presque toujours séparées pour un même sondage, bien qu'en réalité elles puissent communiquer par des fissures voisines.

**Deuxième couche aquifère.** — Poursuivons nos investigations et d'abord examinons ce qui se passe quand les précédentes argiles viennent au jour.

L'argile de Landen, qui se fait sentir à la surface sur la plus grande partie du bassin des Geetes, se laisse très peu pénétrer par l'eau, et cette faculté, jointe aux ondulations fortement accusées de la contrée, a pour résultat d'écouler avec rapidité les pluies vers les thalwegs et d'irrégulariser les rivières qui, très pauvres aux périodes arides, deviennent torrentueuses par les pluies persistantes.

Les argiles d'Ypres au S.-O. engendrent de semblables conséquences. C'est ainsi que les bassins supérieurs de la Senne, de la Dendre, de l'Escaut et de la Lys sont la cause des crues rapides dont se plaignent presque chaque année les populations de l'aval; c'est pour cette raison que l'Yperlée et l'Yser, presque exclusivement alimentées par des superficies de terre grasse, offrent des débits si variables et si contraires à la navigation.

En dehors de ces étendues, d'ailleurs considérables, les argiles en question ont été recouvertes de terres perméables.

Jusqu'à la naissance de l'argile rupelienne, c'est-à-dire jusqu'à la ligne du Demer et du Rupel prolongée à l'O., ces terres perméables s'élèvent jusqu'au sol, et les eaux qu'elles emmagasinent se disposent en couches aquifères libres, drainées par les vallées, fournissant l'eau des puits et des

sources ordinaires, affleurant sous la forme d'étangs et de lacs, et permettant aux rivières de débiter encore quand depuis longtemps il a cessé de pleuvoir.

Dans la région ondulée, c'est l'Entre-Senne-et-Geete qui présente le plus d'avantages : la surface y absorbe plus d'eau, le sous-sol est plus poreux, la couche aquifère plus puissante, et sa nappe, située à une grande profondeur, moins variable et moins oscillante que dans les zones latérales.

Aux parties sableuses des Flandres, la couche aquifère libre a souvent moins d'épaisseur, mais elle se trouve plus abondamment nourrie par un sol éminemment perméable quand l'eau souterraine n'est pas trop près de la surface.

Si l'on coupait verticalement ces terrains, par exemple, suivant Bruges, Gand, Alost, Bruxelles, Tirlemont et Maestricht, ainsi que nous l'avons fait pour la première partie de cet ouvrage, on verrait la couche ordinaire reposer partout sur l'argile compacte et sa nappe passer d'une vallée à l'autre par des surfaces bombées; mais alors que dans la Basse-Belgique sableuse cette nappe est très faiblement courbée et distante de 0 à 10 mètres seulement du sol, dans les régions ondulées, sa courbure est, au contraire, fortement accusée et son éloignement de la surface trois à quatre fois plus grand.

L'ensemble de cette immense couche aquifère a nécessairement l'inclinaison générale des terrains qui la retiennent et la recèlent; comme eux, elle descend à l'O. sous les alluvions des polders, au N. sous l'argile rupelienne, et de libre qu'elle était, devient ainsi artésienne.

Dans cette nouvelle condition, elle s'enfonce rapidement, à ce point que sous Anvers, sa face supérieure est à 80 mètres environ sous le niveau de la mer. Quelques forages ont retrouvé ses eaux, d'une part, au versant droit de la ligne formée par le Démer, la Dyle et le Rupel; d'autre part, sur les deux rives de l'Escaut maritime; mais elles sont peu recherchées à l'état artésien, parce que les travaux à exé-

cuter pour les atteindre sont coûteux, parce qu'elles remontent à peine jusqu'à la cote 5, niveau des affleurements les plus bas de la nappe de l'autre côte du Rupel, parce qu'elles entraînent des sables qui tendent à obstruer les tubes, et surtout parce que les terrains supérieurs procurent des eaux à moins de frais.

**Troisième couche aquifère.** — En effet, l'argile rupcienne est recouverte, comme on sait, de sables divers très perméables sous bonne épaisseur, qui, lorsqu'ils ne sont pas déjà gorgés d'eau, absorbent promptement la plus grande portion des pluies qu'ils reçoivent et, comme dans d'autres régions, les emmagasinent en couche aquifère libre et continue, dans laquelle les vallées opèrent leurs saignées superficielles.

Cette nouvelle couche d'eau, dont la nappe se conduit comme dans les sables des Flandres, se prolonge dans ces conditions sous le territoire hollandais ; mais devant l'Escaut Occidental elle descend sous les alluvions des polders et à son tour y devient artésienne.

Nos polders, de composition peu uniforme, recouvrent donc dans toute leur étendue des sables remplis d'une eau dont les niveaux hydrostatiques sont compris entre les cotes 3 et 5. Si la surface des terres est en dessous de ces niveaux, l'eau inférieure, profitant des moindres veines sableuses, perce le dépôt alluvial, le rend imperméable aux pluies et se répand même au jour en flaques perpétuelles ; si, au contraire, le sol est plus relevé, on voit entre des points rapprochés les pluies pénétrer très différemment en terre, et si, d'un côté, les puits ordinaires reçoivent des eaux filtrées abondantes, de l'autre, leur alimentation est souvent réduite à un égouttement insuffisant.

Déjà, à quelques kilomètres de la mer, on observe que les eaux puisées au niveau de la basse marée ordinaire deviennent généralement saumâtres, que plus bas elles conservent ce caractère, et que leur degré de salure augmente à mesure qu'on la recueille plus près du rivage.

**Eau des dunes.** — Les dunes qui reposent sur ces alluvions maritimes dissimulent une autre couche aquifère libre offrant des circonstances particulières (fig. 48).

A marée basse, la mer imprègne de ses eaux toute la masse sableuse située sous ce niveau. Les pluies qui filtrent dans l'épaisseur des dunes, descendent sur cette couche aquifère salée et s'y étalent en couche aquifère douce. La mer se maintient peu de temps à ce bas niveau; le flux apparaît et s'élève durant 5 à 6 heures à une hauteur de 4 à 5 mètres qui est gardée quelques instants. Dans cette montée, l'eau presse sur les sables de la plage, s'y injecte, mais rencontre bientôt l'eau douce qui l'arrête. Vient alors le reflux qui s'opère pendant 6 à 7 heures. La plage, qui peu à peu se découvre, rend en tout ou en partie l'eau salée qu'elle a dû précédemment absorber, et l'eau douce concourt à cette expulsion. La mer revenue au bas niveau remonte bientôt après et recommence ses injections dans la plage.

L'eau de mer s'engage latéralement d'autant plus loin dans les sables des dunes qu'elle possède plus de charge moyenne, qu'elle est moins distante de la marée basse, et à l'étale supérieure elle ne fait que toucher extérieurement les sables.

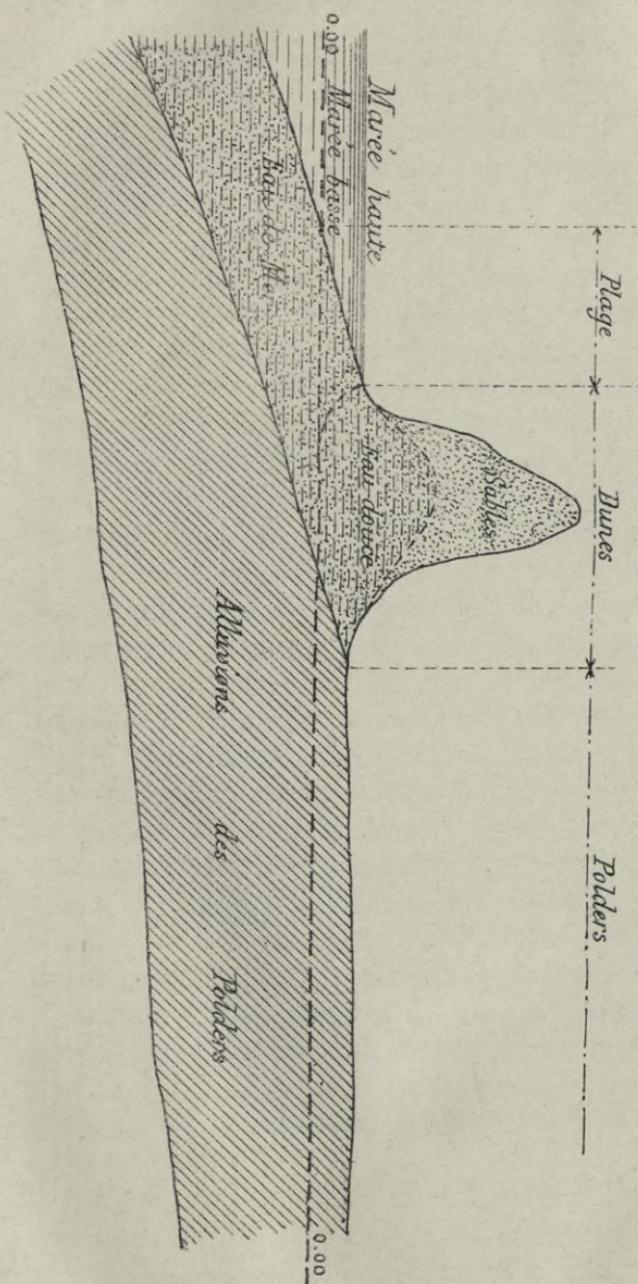
La couche aquifère douce serait donc une masse variable, reposant sur une surface concave d'eau salée, passant de la cote minima 0 vers les polders, à la cote maxima 4 à 5 vers la mer, et se terminant supérieurement par une surface convexe d'autant plus prononcée, que les filtrations alimentaires seraient plus abondantes et les déperditions inférieures plus réduites.

Mais si l'on considère que cette couche d'eau tend toujours à descendre, que ses éléments ont un peu moins de densité que ceux de la mer, qu'à leur contact dans les sables ils opèrent des mélanges en toutes proportions, que les marées ont des allures très irrégulières et qu'à des intervalles rapprochés elles fournissent des amplitudes de 2 à 5 mètres; si l'on ajoute enfin que les faits hydrologiques sous les dunes n'ont pas été relevés, on conviendra qu'il n'est pas aisé de

FIG. 18.

Coupe des Dunes à l'Est d'Ostende.

Echelle { longueurs: 1 à 20 000  
          { hauteurs: 1 à 1 000





tracer les délimitations des couches aquifères saumâtre et douce, ni la nappe liquide sous ces massifs sableux.

**Eaux des alluvions de rivière.** — Enfin, les alluvions de rivière méritent de fixer un instant l'attention.

Sauf les petits affluents supérieurs et rapides, tous les cours d'eau des régions terreuses en présentent.

Ici, de même que pour la Sambre et la Meuse, le terrain qui porte immédiatement ces dépôts sert d'abord de lit aux rivières qui nous occupent. Alors, et partout où ce terrain est perméable, la couche aquifère se dégageait suivant le thalweg de la vallée. Les vents, les pluies, les eaux superficielles, vinrent peu à peu répandre sur ce fond des laisses successives, limoneuses, graveleuses et même caillouteuses, selon l'état des terrains d'amont, les conditions de l'atmosphère et la vitesse des courants. Dans ces contrées, les matières charriées furent en plus grande part légères, ténues, fournissant des assises compactes et peu perméables surtout aux zones basses et plates ; à mesure que ces alluvions s'épaissirent, la couche aquifère s'enfla, la nappe liquide prit plus de courbure, et fréquemment les sources durent remonter et chercher sur les deux rives, aux limites des dépôts ainsi formés, des endroits moins résistants pour percer le sol. Il fallut un temps immense pour l'accomplissement de ces actes. A diverses époques de calme relatif, les tranches alluviales jusqu'alors établies servirent de support à une végétation touffue, qui, ensevelie, dégénéra en tourbe. Ces témoins morts d'une nature autrefois animée, gisent partout au fond de nos principales vallées terreuses et parfois sur plusieurs mètres d'épaisseur ; ils acquièrent en général plus d'importance à mesure que les terrains adoucissent leurs ondulations, et souvent en Flandre, comme dans la Campine, on a découvert les vestiges bien caractérisés de broussailles et de bois.

Les dépôts d'alluvions, d'abord minces à l'amont, acquièrent à peu de distance en aval des épaisseurs de 5 mètres au thalweg, qui vont en augmentant plus loin : le Demer, à

son embouchure, en a 10 mètres environ; la Dyle à Louvain, pour le moins autant; la Senne à Bruxelles, généralement davantage, et près de son embouchure, au delà de 45 mètres; pour la Dendre en amont de Termonde, pour l'Escaut et la Lys, à Gand et en amont, de pareilles profondeurs d'alluvions ont été constatées.

Presque toutes nos villes et une multitude de communes ayant été fondées sur ces dépôts modernes, des puits en nombre considérable y furent de tout temps creusés. Toujours ils rencontrent l'eau un peu au-dessus du niveau de la rivière et d'autant plus haut que leur éloignement de la rive est plus grand; leurs produits extrêmement variables ne sont jamais bien importants; l'eau de la rivière n'y arrive guère; les venues s'y accroissent sensiblement avec la profondeur, mais le peu de fermeté du terrain ne permet pas de les descendre beaucoup; parfois des tubes engagés au fond et suivant l'axe de ces puits, pénètrent plus bas dans des couches arénacées d'où s'élève en général une eau plus abondante et meilleure; ou bien ces tubes enfoncés plus encore atteignent la base du dépôt alluvial, touchent la couche aquifère sous-jacente, et l'eau montant dans l'ouvrage au niveau des sources voisines, vient en certains cas s'épancher à la surface du sol.

Ce sont ces forages que dans l'agglomération de Bruxelles on a appelés *demi-artésiens*.

**Résumons.** — Les régions ardennaise et condrusienne transmettent peu ou point d'eau à nos régions terreuses. Mais au N. de la ligne Sambre-et-Meuse, de la frontière française à la frontière hollandaise, ainsi qu'à l'O. et à l'E. de cette ligne, les roches de schiste, de grès, de calcaire et de craie, qu'elles affleurent ou qu'elles soient recouvertes de terres perméables, absorbent directement des eaux pluviales et les dirigent, en partie, par leurs fissures, vers le N. et l'O., sous les argiles épaisses et compactes de Landen et d'Ypres, où elles forment nos couches artésiennes les plus

inférieures et qu'il faut considérer comme étant fréquemment en relation les unes avec les autres.

Ces eaux plongent rapidement comme les terrains qui les enserrent, et plus on avance dans ce sens, plus bas on les découvre et moins haut elles s'élèvent.

Les argiles citées, recouvertes de terrains perméables, portent une couche aquifère libre, non interrompue, dont la nappe suit, fortement adoucies, les ondulations du sol, dont les affleurements naturels sont les sources, les ruisseaux, les rivières, et dont l'inclinaison générale a lieu vers le N.-O.

Au N., cette couche d'eau ordinaire, devant la ligne Demer-Dyle-Rupel et son prolongement occidental, s'enfonce sous l'argile rupelienne; à l'O., elle disparaît sous les polders du littoral et dès lors elle devient artésienne.

L'argile du Rupel sert de base à une nouvelle couche aquifère libre, qui, d'une part, descend sous les polders de l'Escaut maritime pour devenir artésienne, et qui, d'autre part, s'étend en Hollande.

Enfin, les dunes recèlent une couche aquifère libre et douce qui s'appuie sur une couche aquifère salée, laquelle se prolonge au loin sous les polders.

Si donc au bord S. de la région ondulée on effectue un forage dans les terrains rocheux créacés ou autres plus anciens, on ne découvrira qu'une eau : *libre*, si la roche est nue ou tapissée de terres perméables comme aux plateaux supérieurs de la Senne et de la Dendre; *forcée*, si ces dépôts sont imperméables comme dans la vallée de la Haine.

Aux zones dites imperméables des argiles de Landen et d'Ypres, le forage ne rencontrera d'abord que des suintements près du sol, mais parvenu à la base de la couche plastique, l'eau artésienne surgira des terrains sous-jacents perméables ou fendillés.

En dehors de ces étendues de glaise jusqu'au bord supérieur de l'argile rupelienne, la sonde descendue dans les terrains perméables, atteindra partout, d'abord l'eau des puits ordinaires, et beaucoup plus bas, sous les couches d'argile

dont nous venons de quitter les affleurements, l'eau artésienne précédente.

Au delà du bord rupelien dont il s'agit, au milieu des sables de la Campine, nous trouverons près du sol la couche aquifère libre; passé l'argile du Rupel, une 1<sup>re</sup> couche artésienne; et plus bas, les trois tranches de la 2<sup>me</sup> couche artésienne.

---

IV.

FAITS HISTORIQUES RELATIFS AUX COURS D'EAU  
ET AUX MODIFICATIONS DE LA SURFACE.

**Époque romaine.** — L'état du sol et de sa végétation ayant une influence capitale sur le climat, les pluies, le régime des eaux superficielles et souterraines, recherchons les modifications superficielles qu'a subies le pays dans le passé, afin de pouvoir mieux apprécier la situation actuelle et supputer l'avenir, si possible.

Nos diverses régions n'ont d'histoire qu'à partir de l'invasion romaine.

Avant cette époque, leurs conditions topographiques et géologiques étaient d'une manière générale celles d'à présent. Peut-être y avait-il au sol un peu plus ou un peu moins de plis secondaires et d'alluvions limoneuses au fond des vallées.

Cependant, le littoral était loin de présenter l'aspect qu'il offre aujourd'hui.

Toute la bande poldérienne dut être originairement horizontale, et elle penche maintenant de Dunkerque vers l'Écluse et Anvers; cette couche alluviale recèle à diverses profondeurs des tourbes marines et terrestres qui continuent sous les eaux; et l'on a trouvé dans ces terres de nombreux vestiges romains.

Les vagues qui apportaient de nouveaux sables aux dunes de Dunkerque à Nieuport, entamaient, au contraire,

la moitié septentrionale du rivage ; et l'on cite, à des époques plus rapprochées de nous, la disparition sous la mer d'édifices, de hameaux, de localités entières, devant Ostende, Blankenberghe et ailleurs.

De plus, la mer, avant l'existence de fortes digues, devait deux fois par jour envahir ces parages et y réaliser en grand ce qu'opèrent sous nos yeux les averses tombant sur des terrains meubles ; elle se creusa des sillons d'autant plus profonds qu'ils étaient servis en amont par des entonnoirs plus volumineux, capables d'emmagasiner plus de travail.

Il est donc probable que notre couche poldérienne s'est sensiblement affaissée depuis 2,000 ans ; que le rivage n'affectait point alors sa configuration actuelle ; et il est certain que sa surface n'était qu'un réseau de criques profondes penchées vers l'Océan et plus ou moins changeantes, selon la violence des vagues et les caprices de la tempête.

Avant l'apparition de César, la Belgique était en majeure partie couverte de bois et de broussailles. Aux parties élevées et moyennes s'étendait l'immense forêt charbonnière, ainsi nommée parce qu'elle était la source principale du combustible. La végétation arborescente se propageait d'une part aux zones basses de l'O., mais interrompue par de vastes marais sur lesquels planaient d'épais brouillards, et d'autre part au N., sur les versants droits du Demer et de la Dyle inférieure, pour s'éteindre bientôt et laisser s'accuser la stérilité des sables campinois.

Ces conditions primitives composaient sans doute un climat différent du nôtre : une atmosphère souvent brumeuse, des températures plus douces et moins variables, des pluies plus fréquentes et plus copieuses, des rivières abondantes et constantes dont les nappes s'étaient largement dans les vallées.

La population des zones rocheuses ne pouvait être que misérable et rare, vivant à peu près exclusivement de chasse

et de pêche ; mais dans les parties terreuses facilement exploitables, s'étaient répandus des peuples nullement barbares, ainsi que le prouve M. Alph. Wauters dans son livre « *Les Libertés communales* ».

Les moins civilisés, les Nerviens, les Aduatiques et les Éburons occupaient la région ondulée, c'est-à-dire les zones limoneuses les plus sûres et les plus naturellement fertiles ; tandis que les Ménapiens, relégués dans les parties basses de l'O., en lutte incessante avec les éléments, avaient déjà porté au loin leur renommée d'agriculteurs, d'artisans, de navigateurs.

Il paraît avéré qu'à l'époque romaine, ces Ménapiens, comme leurs voisins les Morins, avaient conquis sur l'Océan une portion importante du territoire poldérien d'aujourd'hui ; qu'ils avaient dès lors construit des digues d'un développement peut-être considérable, et qu'ils reculaient ces ouvrages défensifs à mesure que les laisses successives de la mer surélevaient la plage et la rendaient pratiquement cultivable.

On rapporte que lorsque César dirigea ses légions au N., entre la mer et l'Escaut, il ne trouva sur le tracé actuel du Hondt que des fossés naturels susceptibles en maints endroits d'être passés à gué, et que le fleuve allait se perdre plus loin dans la Meuse.

Observons que le général romain, manquant de cartes, de routes et de repères, ne pouvait faire que de vagues descriptions topographiques.

D'après la configuration des dunes et des polders qui bordent le Hondt comme le rivage, l'Escaut aurait de tout temps suivi la même direction. Mais les dunes furent toujours insuffisantes pour contenir le flot, toujours elles présentèrent des points faibles où elles sont aisément rompues, ou bien des échancrures d'affluents susceptibles d'être promptement élargies. Si donc, ce qui est certain, elles n'étaient point partout fortifiées et complétées par des digues soumises à une police de tous les moments, les plaines latérales aux bras de l'Escaut se trouvaient exposées à de conti-

nuelles incursions de la mer, d'où résultaient des accumulations plus formidables du flux, et qui dans leur retour, possédaient d'autant plus de force pour approfondir le lit principal de l'Escaut.

Remarquons encore que si le Hondt n'offrait pas à la mer de larges accès, les marées subissaient en amont des réductions notables par rapport à ce qui se passe de nos jours, ce qui est en contradiction avec les observations faites le long du Rupel comme des parties inférieures de la Dyle et de la Senne.

Vifquain avance que dans les premiers siècles de notre ère, le Haut-Escaut, poursuivant son trajet au N., allait rejoindre la crique du Braakman, et que la Lys, virant à l'O., se jetait dans le Zwyn.

Mais, entre ces deux rivières et le Hondt se développe le bassin de la Durme, que limite une crête continue, nettement accusée, plus élevée que ces cours d'eau. Toute cette zone considérable de sables non modernes aurait donc subi une radicale transformation !

D'ailleurs des rivières importantes ne coulent point pendant des milliers de siècles sans laisser des traces géologiques profondes. La Lys et le Haut-Escaut ont des alluvions de 10 à 15 mètres de puissance; de pareilles alluvions devraient donc être constatées de Gand au Braakman et au Zwyn.

Enfin, l'histoire est muette au sujet d'un bouleversement qui serait survenu aux étendues septentrionales des Flandres; elle ne montre, au contraire, les voies maritimes des Gantois vers les points cités que sous la forme de fossés créés par la main des hommes.

Jusqu'à ce que l'on ait produit des preuves scientifiques, il faut donc rejeter les hypothèses de Vifquain et admettre que, même dans les temps anté-historiques, la Lys et l'Escaut présentaient, avec peu de variantes, les conditions topographiques actuelles.

Pendant les quatre premiers siècles que dura la domination romaine, la civilisation fit partout dans la Gaule-Belgique des progrès marquants.

Or qu'est-ce que la civilisation dans ses premiers effets ?

On voit les populations travailler, se multiplier et s'enrichir; les forêts, les broussailles, la végétation folle et spontanée reculent et disparaissent devant la culture régulière; à la fin le labeur reçoit sa récompense; la terre rend avec usure; la surabondance amène l'échange, les transactions s'imposent; on transporte d'abord sur des radeaux, sur des bateaux plats de tirant presque nul et sur les rivières telles que la nature les offre.

Les transformations à la surface ont affecté les conditions climatiques : les pluies moins abondantes, moins régulières, moins retenues par les obstacles, fournissent aussi moins de sources et provoquent des irrutions plus soudaines aux cours d'eau; après s'être emparées des bonnes terres, les populations veulent soumettre les mauvaises qui d'ailleurs infectent l'espace : des séries d'étangs sont évacués et comblés, d'immenses marais asséchés, d'interminables rubans de rives humides successivement assainies, et les terrains trop secs sont largement humectés par l'irrigation.

Les rivières perdent ainsi beaucoup d'eau en même temps que de volumineuses réserves et leur régime va s'irrégularisant d'année en année.

Les transactions étant devenues plus actives, les charges à transporter plus pesantes et plus fréquentes, les voies hydrauliques moins favorables, on est conduit à corriger ces dernières : on fait des tentatives de canalisation.

Sans doute les progrès furent plus sensibles aux régions terreuses, à cause de leur situation, de leurs cours d'eau, de leurs bonnes terres, régulières, basses ou peu élevées et des rapports plus commodes, plus rapides qu'on y pouvait créer; toutefois c'est peut-être aux régions rocheuses, qui jusque-là étaient demeurées des solitudes sauvages, qu'on ressentit le plus vivement l'influence du conquérant.

Cette partie du pays et notamment les zones condrusiennes sont remplies de souvenirs romains : des routes et des ouvrages d'art, des villas spacieuses, des fermes, des tuileries, des fours, des camps, des forteresses, des tombes et d'innombrables vestiges, tels que des armes, des médailles, des poteries, des bijoux, etc.

Ces témoins prouvent l'introduction au milieu de nos montagnes boisées de l'industrie et de l'agriculture, qui ne pouvaient s'établir et prospérer sans défrichements notables et, comme conséquence, une modification dans le régime des pluies et des cours d'eau.

**Moyen âge et temps modernes.** — Dans la suite, cette contrée retomba dans l'abandon, l'anarchie et la misère.

Il n'en fut pas de même aux parties basses du pays.

De bonne heure, les populations du littoral mirent à profit les criques les mieux disposées pour la création de ports accessibles aux bateaux d'alors : dès le v<sup>e</sup> siècle, Aardenburg ; plus tard Steene, Oudenbourg, Ostende, Bruges, Gand, Damme, Axel et d'autres communes possédaient des ports fréquentés et parfois florissants, grâce à ces criques que les éléments, aidés du travail humain, entretenaient à des profondeurs suffisantes.

Au ix<sup>e</sup> siècle, toutes nos grandes villes d'à présent avaient une histoire ; on cite déjà de nombreuses catastrophes provoquées par les marées dans les polders ; c'est à cette époque qu'on place les premiers endiguements du Bas-Escaut, et ceux de la Durme n'auraient été établis que deux siècles plus tard.

Bruges brillait d'un vif éclat ; la crique du Zwyn la reliait largement à la mer ; elle prenait un essor superbe et bientôt elle devint le centre du négoce de l'Europe septentrionale.

Quelles proportions devait offrir ce chenal du Zwyn ? C'est là, qu'en 1215, Philippe-Auguste livre bataille aux Flamands et aux Anglais réunis et voit, à 4 kilomètres de la métropole, 400 de ses voiles coulées à fond. C'est au même endroit que Philippe-le-Bel, au siècle suivant, abrite 1,600 navires !

La cité gantoise aussi était devenue florissante. On dit, sans qu'il y ait à cet égard une preuve manifeste, qu'avant le XIII<sup>e</sup> siècle elle avait joint la Lys au Braakman ; mais il est nettement établi qu'en 1251 elle dirigea cette rivière vers le Zwyn par un canal qu'elle gratifia du nom de « Lieve », la belle, la charmante.

Cependant la situation était instable : les ensablements montaient sans relâche ; on ne maîtrisait point la mer ; ses marées extraordinaires, brisant de frêles travaux défensifs, engloutirent à bien des reprises des localités entières, ravageant les terres, creusant ou comblant les criques de la contrée et provoquant des désastres inouis.

Dès le XIII<sup>e</sup> siècle Bruges doit convertir le Zwyn en canal jusqu'à l'Écluse ; vainement elle prodigue son or pour conjurer l'ensablement de sa voie maritime ; le fléau ne cesse de poursuivre sa marche et menace du même coup Gand, qui vient à peine d'inaugurer sa nouvelle communication avec la mer.

L'Escaut Occidental s'améliore au contraire et le mouvement commercial vers Anvers s'étend et grandit, alors que les ports établis sur les criques latérales dépérissent, que le Braakman, la Lieve, le Zwyn inspirent toujours plus d'inquiétude.

A la fin du XV<sup>e</sup> siècle Gand lutte péniblement ; Bruges s'évanouit et tout le négoce de la plaine maritime se concentre sur Anvers, qui se trouve à l'abri des envasements. Pendant ce temps la mer paraît envahir la côte ; sous la plage et la digue d'Ostende, deux anciennes villes sont ensevelies, et à Blankenberghe de semblables événements se produisent.

Ce qui montre bien l'extrême lenteur avec laquelle s'accomplit l'œuvre des travaux protecteurs au littoral, c'est que la digue du comte Jean, le premier grand ouvrage d'ensemble de ce genre dont il soit fait mention, ne fut exécutée ou peut-être commencée que vers le XIV<sup>e</sup> siècle. Il résulterait des assertions émises que cette digue fameuse aurait été

construite sans interruption, en passant derrière les dunes, depuis Gravelines jusqu'à l'Écluse. Mais il n'est pas croyable que les ingénieurs d'alors eussent fondé un petit rempart artificiel au pied de dunes puissantes, comme celles d'entre Dunkerque et Nieuport, dont la base s'étale sur plus de deux kilomètres de largeur.

Depuis longtemps il avait fallu parer à l'insuffisance des cours d'eau appliqués aux transports.

Même dans les zones les plus basses, on s'était vu astreint à racheter en maints endroits les pentes des thalwegs, tantôt par des barrages fixes, tantôt par des barrages mobiles à vannes ou à poutrelles, systèmes connus d'ailleurs des anciens.

Ces cours d'eau se trouvaient ainsi partagés en biefs plus ou moins longs.

Pour passer de l'un à l'autre, l'embarcation étant arrivée près d'un barrage fixe, gravissait d'abord à l'aide de cordes et de treuils un plan incliné montant; puis glissant sur un deuxième plan incliné, mais descendant, elle retournait à la rivière.

A ce procédé vint s'en ajouter un autre, celui des « bonds et lâchures », qui fut pratiqué chez nous dès le x<sup>e</sup> siècle.

Dans ce système les barrages étaient toujours mobiles; la levée des vannes ou des poutrelles permettait d'établir au même niveau deux biefs consécutifs, et les bateaux pouvaient dès lors et sans sortir de l'eau franchir la longueur d'un bief.

Mais ces opérations nécessitaient une dépense d'eau énorme; elles n'étaient consenties qu'à certains jours déterminés et pour des groupes plus ou moins nombreux de bateaux; les pertes de temps et les sujétions embarrassantes qui en résultaient faisaient un tort considérable au commerce, et par les grandes sécheresses la navigation chôrait pendant plusieurs mois consécutifs.

Aussi vit-on ce système se plier parfois d'une façon singulière et scabreuse à l'impatience des bateliers. Quand,

descendant la rivière, ils arrivaient devant le barrage, on lâchait les poutrelles et les bateaux bondissaient du bief amont au bief aval. C'est probablement de là que sont venues ces appellations de *bonds* et de *lâchures*.

Au XIII<sup>e</sup> siècle ces moyens étaient fort en usage dans toute la Basse-Belgique et devenaient également nécessaires aux zones ondulées.

La Lys, le Haut-Escaut, la Dendre, la Senne, la Dyle, le Demer sur la plus grande partie de leur cours, portaient des marchandises d'exportation et d'importation; et la récente découverte du charbon dans le bassin de la Haine, tout en rendant cette rivière précieuse au négoce, allait exciter encore l'animation dans la contrée.

Ce n'est que dans la première moitié du XV<sup>e</sup> siècle que Bruxelles et Louvain remédièrent radicalement, du moins, et en fondant des écluses à vannes aux défauts devenus trop contrariants de leurs voies navigables, qu'on s'était contenté d'utiliser jusque-là presque à l'état de nature.

Alors les Bruxellois frappés du cabotage actif qui enrichissait nos côtes, prétendirent que leur cité communiquât largement et librement à la mer; ils n'avaient que leur Senne, aujourd'hui un fossé malsain, et Malines les rançonnait outre mesure.

L'*écluse à portes* avait été appliquée par les Brugeois et l'on prétend qu'elle fut inventée par eux; le bourgmestre Locquenghien y ajouta le *sas*; et poussé par une population vigoureuse, laissant de côté et la Senne et Malines et sa tyrannie, il créa en 1550 le canal de Willebroeck, œuvre imposante pour l'époque.

Dans la suite, tout concourut à rendre nos rivières de régions terreuses plus insuffisantes et plus irrégulières; car, en même temps que mille circonstances en appauvri-saient les débits, les besoins augmentaient et les bateaux prenaient plus de tonnage et d'enfoncement. Aussi les canaux devinrent-ils de plus en plus nécessaires et nombreux.

Quant aux régions rocheuses, elles firent bien peu de progrès.

La chute de la domination romaine y réduisit le mouvement, arrêta les transformations superficielles opérées et la végétation sauvage reprit ses droits.

Mais alors s'ouvrit, vers le <sup>vii</sup><sup>e</sup> siècle, l'ère des défrichements monastiques.

Les grandes vallées et les zones condrusiennes, plus riches en terres comme en ressources minérales et hydrauliques, plus accessibles d'ailleurs que l'Ardenne, furent aussi mieux recherchées. En maints endroits, mais surtout dans l'Entre-Sambre-et-Meuse ainsi que dans le bassin de la Vesdre, subsistent des vestiges postérieurs à l'an 1000 — de forges catalanes, de hauts-fourneaux au bois, de moulins, — établissements qu'entouraient des populations dont le travail et la subsistance nécessitaient des déboisements notables.

La découverte du charbon, qui dans le bassin de Liège date de la fin du <sup>xii</sup><sup>e</sup> siècle, fournit un aliment nouveau. Pendant des siècles on ne fit guère que ramasser la terre-houille à la surface d'abord, puis à certaines profondeurs au-dessus du niveau des eaux. Vinrent ensuite les galeries de drainage, — les sews — qui, partant du pied des versants, abaissèrent les eaux souterraines sur de grandes étendues et permirent d'accroître en conséquence les exploitations commencées à ciel ouvert.

Mais la misère était grande, les besoins presque nuls, les voies rares et impraticables ; on se chauffait au bois ; et l'industrie s'alimentait toujours par des éclaircies opérées dans les forêts voisines.

On sait quelles craintes les défrichements inspirèrent au prévoyant Colbert, qui fit supputer le temps que cet état de choses pouvait durer encore pour son pays.

Il est vraisemblable que la vallée houillère se ressentit d'abord de l'accroissement de vie peu à peu réalisé, qu'on navigua pour commencer sur la Meuse et longtemps après sur la Sambre.

Toutefois les progrès furent d'une lenteur extrême : le

morcellement des territoires, le défaut d'unité, de vues générales, de moyens, et un faux amour de la patrie qui se mesurait à la haine du voisin, comprimaient les intelligences, rapetissaient les idées, s'opposaient aux grandes œuvres, ruinaient les établissements utiles et engendraient la misère.

Ces époques nous ont transmis peu de renseignements positifs concernant nos rivières de bassins rocheux.

Bien qu'elles présentassent alors plus d'abondance et de régularité qu'aujourd'hui, cependant l'histoire ne rapporte rien de comparable à ce qui se passa l'an 1559 : la sécheresse fut si intense et si générale, que la Meuse même ne donnait plus qu'un filet d'eau et qu'on la traversait à pied.

Dans la suite, de telles calamités ne se produisirent plus, mais de loin en loin des baisses inquiétantes se renouvelèrent et deux ou trois fois en un siècle le fleuve descendit à de très bas niveaux, rendant toute navigation impossible.

Les crues et les inondations, beaucoup plus fréquentes, ont aussi provoqué plus de ravages :

En 1571 la Meuse, dont le niveau moyen ne devait guère dépasser 1 mètre au-dessus de l'étiage, atteignit à Namur 7 mètres de hauteur ;

En 1643 l'on eut 6<sup>m</sup>80 à Liège ;

En 1740, 6<sup>m</sup>60 en amont de Dinant, 6<sup>m</sup>70 près de Namur, jusque 6<sup>m</sup>90 entre Huy et Liège ;

Et en 1784 des eaux à peu près aussi fortes sont encore signalées.

Presque toujours ces crues diluviennes furent accompagnées d'effets désastreux : ravinement de terrains, arrachement de gros arbres, destruction de vastes cultures, de bâtisses et de ponts, déplacement de thalwegs, atterrissements immenses, qui notamment en 1643 atteignirent 6 pieds d'épaisseur.

**Siècle actuel.** — Les vraies transformations dans nos montagnes datent d'un siècle ou mieux de cinquante ans

seulement, et leur surprenante rapidité est due à notre régénération politique comme à l'avènement des machines à vapeur appliquées tant à l'industrie qu'aux transports.

C'est ainsi que le bassin de Charleroi, par exemple, si florissant aujourd'hui, était vers 1820 pauvre et délaissé.

Il y avait alors comme voies de communication quelques routes terreuses que les moindres pluies rendaient impraticables, et la Sambre, où la navigation très lente, très irrégulière, se pratiquait par bords d'eau; aussi voyait-on pendant une grande partie de l'année, le charbon conduit à dos de cheval de village en village.

D'ailleurs toutes les découvertes qui ont métamorphosé notre vallée houillère et par influence toute la région condru-sienne, appartiennent à la première moitié de ce siècle :

La lampe Davy date de 1815; les câbles plats sont introduits chez nous en 1819; Cockerill, en 1828, installe sa première machine à rotation au charbonnage des Artistes; c'est dans la même année qu'au bassin de Charleroi on allume le premier haut-fourneau au coke; les guidonnages évitant le balancement des bennes sont appliqués vers 1832; notre premier train de chemin de fer roule en 1835; les machines Cornouailles apparaissent dans la même année; puis les machines à traction directe en 1857; puis réapparaissent les machines à rotation; les cages d'extraction sont de 1844; la Waroquère de 1845, etc...

Alors qu'en 1850 presque tous nos charbonnages étaient desservis au moyen de manèges grossiers mûs par des chevaux et des hommes, ils ont aujourd'hui à leur service un ensemble de machines produisant de 110 à 120,000 chevaux-vapeur, soit plus du quart de la force totale développée dans toute l'étendue du pays.

La multiplication des bonnes routes, comme autant d'artères dans lesquelles est injecté l'élément de vie, a rapidement mouvementé la fourmillère belge, et il n'a pas été possible à l'une quelconque de nos provinces d'être chargée de commandes, sans qu'aussitôt elle fit refluer cet avantage sur les autres.

Non seulement la population s'est fortement accrue, mais chaque individu s'est créé beaucoup plus de besoins; et l'on peut dire que le simple bourgeois de nos jours jouit de plus de bien-être, incomparablement, que le brillant seigneur à l'époque du Roi Soleil.

Dans l'Ardenne la prospérité n'est venue qu'en dernier lieu, parce que cette région est la moins accessible du pays; parce que ses ressources minérales dormaient comme un capital improductif. En 1850 une seule chaussée la traversait et ses habitants restaient en quelque sorte confinés dans leurs roches; mais depuis on a construit de nombreuses routes et les carrières se sont ouvertes à proximité. Il y a quarante ans, tel bassin, comme celui des deux Ourthes, n'était qu'une étendue sauvage et fortement boisée où nulle vie industrielle n'était signalée; aujourd'hui de multiples exploitations fondées dans ces parages y répandent notablement plus d'animation et de moyens.

Il importe d'appuyer sur ces faits : une fois la transformation entamée, elle se propage; les chemins appellent les chemins, le travail engendre le travail et les populations s'accroissent; il faut alors des champs cultivés plus vastes pris sur les forêts et l'altération du régime des eaux en résulte fatalement.

Tant en Ardenne que dans les zones condrusiennes et charbonnières, les anciens rapportent qu'ils ont vu telles étendues de terres sèches former jadis des étangs, des marais, des prairies humides; que des localités entières, autrefois largement alimentées par les puits ordinaires, sont maintenant privées d'eau; qu'en tels lieux émergeaient des sources qui ont depuis disparu sans retour; que maints ruisseaux actionnaient des moulins et ont perdu cette faculté; que d'autres fournissaient des eaux limpides d'une manière constante et sont aujourd'hui à sec pendant une grande partie de l'année.

La Vesdre, il y a 100 ans, était encore navigable et ne l'est plus à cette heure; l'Amblève portait jusqu'à Stavelot

des embarcations qui s'arrêtent de nos jours au cinquième de ce trajet; les bateaux remontaient l'Ourthe à 10 kilomètres en amont de Laroche et jusqu'en 1838 ce mouvement ne fut jamais complètement interrompu en basses eaux; il est enfin reconnu que la Meuse eut naguère un régime sensiblement plus uniforme que celui que nous lui trouvons à présent.

Depuis le commencement de ce siècle, l'inconstance de nos rivières de montagnes s'est encore et fréquemment accusée d'une manière effrayante.

Ce sont naturellement les torrents à grande pente, presque normaux aux vallées-mères, qui ont marqué le plus d'impétuosité.

Les affluents supérieurs de la Vesdre ont trop souvent répandu la terreur sur leurs bords.

A plus d'une reprise, l'Aisne, se précipitant dans l'Ourthe par la rive droite, est allée choquer la rive opposée.

Le Hoyoux s'est pris d'accès si furieux qu'il a formé barrage dans la Meuse.

L'Eau-d'Heure n'a cessé d'être un sujet de constante préoccupation pour les populations riveraines.

En 1805 la Vesdre s'éleva de 5 mètres en une demi-heure.

La Geule, en 1807, monta de 6 mètres en peu d'heures et ravagea sa vallée.

L'Ourthe est aussi notée comme ayant provoqué de brusques inondations.

La Lesse et la Semois paraissent avoir été moins violentes.

La Sambre, relativement calme, n'a produit qu'une seule grande inondation, celle du 15 août 1850; ses eaux boueuses et huileuses, submergeant de plusieurs mètres les plaines latérales, couraient comme un torrent destructeur au travers des agglomérations de la vallée.

La Meuse est plus terrible.

En 1844 elle s'éleva de 4 mètres dans l'espace de quelques heures.

En janvier 1846 elle avait atteint 5 mètres; en août et

septembre suivants elle descendit sous l'étiage ; puis en décembre elle remonta brusquement à 5<sup>m</sup>15.

Fin 1879 elle s'éleva de plus de 3 mètres en 40 heures et en inondant ses rives.

En décembre 1880 la rivière, sortie de son lit, grossit encore de 4<sup>m</sup>87 en 24 heures ; elle parvint à 6 mètres au-dessus de l'étiage, cote la plus forte de l'époque et qui, on se le rappelle, fut autrefois dépassée de 1 mètre.

Ces crues extraordinaires ont ruiné et tué bien du monde, englouti bien des économies nationales ; et presque toujours, en se retirant, les eaux ont laissé après elles quelque affligeante épidémie et des traces qui persistent jusqu'aux étages des habitations.

Ces exemples du passé nous avertissent de ce que l'avenir nous réserve. Nous avons grandement prospéré et la conséquence inévitable a été une modification sensible, en quelque sorte sous nos yeux, de l'état de la surface et des conditions climatiques de nos régions rocheuses. Nous continuerons à prospérer si notre sort dépend de notre sagesse, mais nous ne cesserons d'exagérer ces effets et subirons des alternances d'autant plus accusées et fréquentes de sécheresses intenses et d'inondations violentes que notre marche en avant sera plus rapide.

Toutefois il a été fait beaucoup pour parer aux dangers.

Quant aux sécheresses et aux brusques oscillations des niveaux, l'inactivité dont elles frappaient nos vallées rocheuses a été fortement atténuée, et aux principales artères presque absolument conjurée, par d'admirables travaux de canalisation qui sont un des plus beaux titres d'honneur de nos ingénieurs de l'État : des barrages variables de hauteur, fondés par intervalles, retiennent des couches d'eau suffisantes sur le lit de la rivière, et de bonnes écluses à sas permettent de franchir, en allant et venant, toutes les différences de niveau.

Quant aux inondations, les plus nombreuses, mais aussi les moins funestes, ont été écartées par de solides endigue-

ments ; on a prévenu les surprises par des installations télégraphiques le long des rives ; et seules les très hautes eaux n'ont pu être vaincues, à cause de la puissance même des crues et des agglomérations nombreuses bâties depuis des siècles dans les plaines alluviales.

Dans la Belgique terreuse notre siècle a vu se réaliser aussi des œuvres hydrauliques importantes et nombreuses.

Il faut observer d'abord que le mode de navigation par *plans inclinés* se maintint en Flandre jusqu'en 1828 ; qu'il y a 50 ans le moyen le plus ordinaire de passer d'un bief au suivant résidait toujours dans les *bonds* ou *lâchures* ; qu'il fallut, même dans l'active vallée de l'Escaut, la désolante sécheresse de 1858 pour y faire accepter le *sas* ; et qu'aujourd'hui encore le procédé primitif des lâchures n'a point totalement disparu de nos contrées.

La Campine aride, qui en 1830 ne possédait pas un seul canal, jouit aujourd'hui d'un magnifique réseau servant tant à l'irrigation qu'aux transports, reliant toutes les villes de cette région aux Nèthes, au Demer et aux deux fleuves, pour la relever insensiblement de son ancienne misère.

Aux autres parties du territoire, notons de l'E. à l'O. :

La grande voie de Liège à Maestricht et à Bois-le-Duc ; les travaux du Demer ; la dérivation de la Dyle à Malines ; le canal de Charleroi à Bruxelles ; la canalisation de la Dendre et la jonction de cette rivière aux canaux qui relient les vallées de la Haine et de l'Escaut ; les transformations apportées à ce fleuve, ses raccordements d'Espierres vers Lille et de Bossuyt à Courtrai ; les transformations à la Lys, le raccordement inachevé de cette rivière à l'Yperlée, sa jonction à Roulers, sa dérivation de Deynze à la mer avec embranchement sur Eccloo ; la belle voie de Gand à Terneuzen ; et les améliorations réalisées à toutes les parties du vieux réseau dans le pays de Waes et la Flandre Occidentale.

Malgré la grandeur de cette œuvre accomplie en quelque

trente ans, la question des transports économiques par eau s'impose de nouveau à l'industrie. Gand sera bientôt en possession intégrale du canal maritime de Terneuzen ; des travaux hydrauliques sont en exécution pour relier les bassins de Charleroi et de Mons et ces centres producteurs à la vallée de la Senne ; le canal de Charleroi acquiert plus de section ; et l'on peut espérer que Bruxelles et Louvain verront aussi se creuser un jour de profondes voies maritimes, pour ramener dans ces cités la vie commerciale et industrielle qui jadis les rendit prospères.

Quelque heureuses combinaisons que réserve l'avenir, il n'est pas probable que la surface des régions terreuses du pays subisse, dans son ensemble, tant de modifications que par le passé.

Partout où la culture régulière est établie, le climat restera ce qu'il est ; sans doute, dans les landes jusqu'ici stériles de la Campine le progrès adoucira la température et procurera plus d'humidité ; les quelques bois et forêts qui ombragent çà et là des étendues restreintes, n'ont plus que des effets locaux qui intéressent les communes riveraines, mais les défrichements ne sauraient avoir que des effets défavorables sur les sources et les rivières du voisinage ; les irrigations comme les aménagements superficiels des campagnes sont loin d'avoir pris tout le développement voulu pour le meilleur rendement des terres, et de ce côté il faut s'attendre encore à ce que de sensibles atteintes soient portées au régime des cours d'eau ; la navigation nécessitera de nouvelles saignées, des rectifications de cours d'eau, des dérivations plus ou moins importantes et lointaines ; enfin, l'assainissement des marécages, des tourbières, l'extension des villes, la corruption progressive des eaux de leur sous-sol, l'obligation absolue pour elles d'en recueillir ailleurs, presque tous les effets qui résultent de la civilisation, viendront troubler davantage l'économie de notre système hydraulique.

Rappelons enfin, pour mesurer d'un coup-d'œil le chemin

parcouru dans tout le pays depuis 50 ans, qu'en 1850 nous possédions 4,850 kilomètres de voies principales d'eau, de pierre et de fer pour une population de 3 1/2 millions d'habitants, et qu'en 1880 ces chiffres s'élevaient respectivement à 14,660 kilomètres et à 5 millions 600,000 âmes.

---

V.

DÉBITS DES SOURCES ET DES RIVIÈRES.

BASSIN DE LA MEUSE.

Après avoir étudié les terrains sous le rapport hydrologique et retracé les modifications survenues à la surface dans le passé, apprécions les débits, le régime des sources et des rivières dans leurs conditions actuelles; commençons par le bassin de la Meuse pour arriver ensuite à celui de l'Escaut, et dans chacun d'eux procédons de haut en bas.

COURS D'EAU ARDENNAIS.

**Observations à la Gileppe.** — En *Ardenne*, les observations les plus suivies ont été faites au *bassin de la Gileppe*, en vue de la construction du barrage et de la distribution d'eau de ce nom.

La Gileppe est un torrent du N.-E. de la région, qui naît à 600 mètres d'altitude et finit à la Vesdre, à la cote 215. Son bassin, orienté au N.-O., comprend 4,500 hectares; il est plus large à la moitié supérieure et sa crête s'élance vers le S., au niveau le plus élevé du pays, à 675 mètres au-dessus de la mer. La contrée, absolument inhabitée, partout couverte de bois ou de fagnes, est formée en majeure partie de grès, de psammites et, dans le voisinage de la Vesdre, de calcaire sur une faible étendue.

Depuis 1854, l'État s'était préoccupé d'assainir, de drainer les hautes fagnes du bassin de la Vesdre; mais, tandis que ces vastes et inégales superficies spongieuses constituaient

des emmagasineurs d'eau et partant des régularisateurs des torrents voisins, tous les aménagements superficiels réalisés, les nivellements, les rigoles, les chemins, eurent pour conséquence de supprimer ces réserves, d'écouler rapidement les pluies tombées et de rendre les cours d'eau plus torrentiels encore, exagérant leurs crues et appauvrissant, à un degré calamiteux, leurs débits déjà si infimes en période de sécheresse.

La Vesdre, dont les eaux, autrefois limpides, pures et abondantes, avaient attiré l'industrie drapière sur ses bords, perdait peu à peu ses précieux avantages; elle s'altérait, devenait irrégulière, insuffisante, et dès 1859-60 la situation fut jugée intolérable.

On dit que cette époque fut très sèche dans la contrée; remarquons qu'elle fut humide à Bruxelles, à Liège et à Stavelot. Quoi qu'il en soit, la Vesdre, qui à Verviers est desservie par un bassin de 26,000 hectares, ne produisit plus en ce point et dans cette période dite de grande sécheresse que 18,000 mètres cubes par jour, soit 690 litres par hectare.

L'agglomération verviétoise, menacée dans son existence, exprima vivement ses plaintes.

L'État, placé devant la nécessité de poursuivre et plus activement encore l'assainissement des hautes fagnes, proposa de remédier aux effets fâcheux qu'il avait provoqués, par la construction, à ses frais, d'un énorme mur bâti en travers de la Gileppe, et qui, arrêtant les eaux de ce torrent, réaliserait un réservoir de dix millions de mètres cubes.

C'était en 1863. L'accord s'établit sur cette base, et des jaugeages de la Gileppe, entrepris à son confluent avec la Vesdre, furent continués jusqu'en 1869.

Feu l'ingénieur Auguste Donckier, chargé de conduire ces opérations, fit pratiquer à cet effet un chenal de 4 mètres de largeur sur 9 mètres de longueur, et pourvu d'une échelle dont les degrés correspondaient à des débits déterminés à l'avance.

Il obtint les résultats résumés dans le tableau ci-contre.

## Jaugeages de la Gileppe près de son confluent avec la Vesdre (4,500 H.)

MOIS.	1864		1865		1866		1867		1868	
	Débits moyens par hectare journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens par hectare journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens par hectare journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens par hectare journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens par hectare journaliers.	Produit par hectare et par jour.
Janvier. . .	m <sup>3</sup> 99.570	m <sup>3</sup> 22.13	m <sup>3</sup> 107.200	m <sup>3</sup> 23.82	m <sup>3</sup> 138.820	m <sup>3</sup> 30.84	m <sup>3</sup> 162.820	m <sup>3</sup> 36.18	m <sup>3</sup> 110.090	m <sup>3</sup> 24.46
Février. . .	123.330	27.40	140.950	31.32	166.760	37.05	163.030	36.22	69.660	15.48
Mars. . . .	65 000	14.44	116.200	25.82	67.800	15.06	71.370	15.86	162.830	36.18
Avril. . . .	40 190	8.93	119.950	26.65	71.610	15.91	221.940	49.32	103.740	23.05
Mai. . . . .	27.800	6.06	12.020	2.67	55.560	12.34	80.260	17.83	31.840	7.07
Jun. . . . .	56.530	12.56	2.960	0.65	14.710	3.26	33.040	7.34	11.720	2.60
Juillet. . .	27.270	6.06	11.660	2.59	13.700	3.04	92.640	20.58	37.070	8.23
Août. . . .	34.120	8.02	16.180	3.59	24.180	5.37	11.460	2.54	13.660	3.03
Septembre	48.400	10.75	5.090	1.13	42.420	9.42	13.120	2.91	4.770	1.06
Octobre. . .	15.770	3.50	27.780	6.17	9.180	2.04	56.810	12.62	50.120	11.13
Novembre	52.590	11.63	24.890	5.54	169.090	37.55	80.680	17.92	49.350	10.96
Décembre	15.900	3.53	15.030	3.34	128.330	28.51	235.700	52.37	56.310	12.51
Moyennes	50.497	11.25	49.992	11.10	75.180	16.70	101.905	22.64	58.430	12.98

Ce qui tout d'abord saute aux yeux à l'examen de ces résultats, c'est l'extrême variabilité des débits du cours d'eau : à certains moments c'est un maigre ruisseau, à d'autres c'est une abondante rivière.

Le minimum journalier absolu, constaté en septembre 1865, fut de 1,209 mètres cubes ou de 270 litres par hectare.

Le minimum journalier moyen d'un mois se produisit en juin de la même année, et donna 2,960 mètres cubes ou 650 litres par hectare.

250 jours consécutifs, d'avril à décembre 1865, fournirent une moyenne journalière de 14,450 mètres cubes ou de 5<sup>m</sup>5,21 par hectare.

540 jours consécutifs, d'avril 1865 au mois d'août 1866, produisirent quotidiennement 40,000 mètres cubes, soit 8<sup>m</sup>5,88 par hectare.

La moyenne générale par 24 heures des cinq années d'observation fut de 14<sup>m</sup>5,900 à l'unité superficielle.

Le plus grand volume journalier, lequel arriva en janvier 1866, atteignit 749,157 mètres cubes, répondant à 166 mètres cubes par hectare.

Et le rapport du plus faible au plus fort des débits qui précèdent est rendu par 1 pour 615.

Pendant ce temps on fit les essais pluviométriques déjà relatés à propos du climat.

En 1864 les quatre stations choisies donnèrent pour les six mois de juillet à décembre une moyenne journalière en eau tombée de 2<sup>mm</sup>,1, ce qui sur les 4,500 hectares du bassin de la Gileppe produisit . . . . . 94,500<sup>m</sup>5.

Le débit quotidien de la rivière pendant ces six mois ayant été de . . . . . 52,625<sup>m</sup>5;

la perte par évaporation et par absorption s'éleva donc à . . . . . 61,875<sup>m</sup>5;

et le rendement fut de 56 p. c.

En 1865 les mêmes stations donnèrent, pour les neuf mois de janvier à septembre, une moyenne journalière de 2<sup>mm</sup>,9, soit . . . . . 150,500<sup>m<sup>3</sup></sup>.

Le débit de la Gileppe pour cette période fut de . . . . . 59,150<sup>m<sup>3</sup></sup>;

La perte de . . . . . 71,570<sup>m<sup>3</sup></sup>;

Et le rendement de 45 p. c.

Ces faits confirment ce que nous disions au chapitre des *Explications préliminaires*, à savoir : que moins les pluies sont abondantes, plus sont faibles les rendements dans les bassins rocheux.

Plus tard, à partir de 1877, Verviers fit à son tour des jaugeages résumés à la page suivante. Ils accusent la même irrégularité dans les débits, mais ils sont moins intéressants, parce que les années furent humides.

La moyenne quotidienne des produits à l'hectare de chaque mois varia de 0<sup>m<sup>3</sup></sup>,960 à 77<sup>m<sup>3</sup></sup>,62.

Pendant 180 jours consécutifs le volume unitaire descendit à 4 mètres cubes par 24 heures.

Et la moyenne générale des cinq années considérées dut être un peu supérieure à 16 mètres cubes par jour.

Pour les essais pluviométriques, on se contenta de les faire sur le barrage de la Gileppe, ce qui n'implique pas la moyenne des chutes pluviales dans l'étendue du bassin et ne peut conséquemment servir à déterminer le rendement de la rivière.

Les minima observés dans la période des jaugeages de 1864-69 sont descendus très bas; mais ne peuvent-ils s'abaisser plus encore et ne s'est-il pas présenté, avant ou après cette époque, des sécheresses plus intenses, plus prolongées, plus capables d'affecter les débits des cours d'eau ardennais?

## Jaugeages de la Gilleppe au barrage (4,280 H.).

MOIS.	1877		1878		1879		1880		1881	
	Débits moyens journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens journaliers.	Produit par hectare et par jour.	Débits moyens journaliers.	Produit par hectare et par jour.
	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>								
Janvier . . .	98.110	22.92	170.180	39.76	84.090	19.64	79.410	18.55	32.420	7.57
Février . . .	256.300	59.88	91.510	21.38	84.250	19.68	103.890	24.27	65.080	15.20
Mars . . .	127.990	29.90	192.730	45.03	125.080	29.22	75.830	17.71	262.720	61.38
Avril . . .	38.830	9.07	66.770	15.60	55.580	12.98	14.700	3.43	295.900	69.60
Mai . . .	45.590	10.65	44.800	10.46	45.780	10.69	12.950	3.02	332.670	77.62
Juin . . .	43.410	10.14	35.060	8.19	50.250	11.74	9.200	2.14	»	»
Juillet . . .	18.200	4.25	6.840	1.59	151.840	35.47	19.240	4.49	»	»
Août . . .	45.750	10.68	10.510	2.45	»	»	43.590	10.18	»	»
Septembre	32.810	7.66	12.850	3.00	»	»	4.140	0.96	»	»
Octobre . .	46.110	10.77	24.880	5.81	»	»	63.220	14.79	»	»
Novembre	68.670	16.04	66.700	15.58	»	»	87.120	20.36	»	»
Décembre	89.960	21.01	69.380	16.25	»	»	200.820	46.92	»	»
Moyennes.	75.970	17.75	66.017	15.42	85.267	19.92	59.509	13.90	»	»

Nous l'avons dit, nos données pluviométriques sont très incomplètes et douteuses; toutefois nous n'avons rien de mieux pour nous guider; elles renseignent pour Gand, Bruxelles et Liège seulement, les périodes de 1857-58 et de 1863-64 comme ayant été les plus arides. Comparons-les au moyen du tableau suivant :

PÉRIODES.	EAU TOMBÉE A			
	Gand.	Bruxelles.	Liège.	Stavelot.
1857-58	423 et 514	458 et 505	525 et 601	645 et 639
	Moyennes. 471	Moyennes. 481	Moyennes. 563	Moyennes. 642
1863-64	751 et 601	591 et 449	581 et 581	?
	Moyennes. 676	Moyennes. 520	Moyennes. 581	Moyennes. ?

Ainsi, toutes les moyennes de la première période ont été inférieures à celles de la seconde dans les trois localités citées; il est probable qu'il en aura été de même dans nos zones rocheuses; et l'on doit admettre, quand surtout il s'agit de cours d'eau torrentiels, c'est-à-dire dépourvus d'emmagasinements de quelque valeur, que les débits de la Gilleppe ont pu descendre en dessous de ceux qui viennent d'être rappelés.

**Observations au confluent des deux Ourthes.** — Quelques jaugeages ont été effectués également en aval des deux Ourthes, à l'occasion d'un projet présenté en 1871 à la Commission provinciale des Eaux, et tendant à la simple dérivation de ces rivières, que l'on croyait capables de débiter au minimum 670,000 mètres cubes par jour.

Les deux branches prennent leur source à 500 mètres environ d'altitude, parcourent une zone dont l'exposition

générale est au N.-O. et se joignent en aval d'Engreux à la cote 265.

Les crêtes qui délimitent leurs bassins ondulent de cette cote à celle de 600 mètres, mais plus généralement de 500 à 550.

D'après la carte au 160,000 <sup>e</sup> du Dépôt de la guerre, le bassin de l'Ourthe orientale mesure . . . . .	51,250 H.
celui de l'Ourthe occidentale. . . . .	59,950 H.
	<hr/>
Ensemble. . . . .	71,160 H.

La Commission précitée attribuait à ces deux bassins 80,000 hectares en totalité.

L'un et l'autre sont creusés dans des roches variant du grès au schiste; les bruyères, les haies, les forêts ne s'étendent plus que sur 22 p. c. de l'espace; et une population d'environ 25,000 âmes, comprise dans ces limites, y a ouvert des carrières et pratiqué des déboisements, pour substituer aux forêts rasées et aux friches, des champs et des pâturages.

L'inspecteur général Dumon, chargé d'examiner le projet en question, avait passé plusieurs années en Ardenne et n'accepta point sans contrôle l'énorme minimum annoncé, qui devait d'ailleurs servir à l'alimentation de toutes les villes importantes du pays. Il fit effectuer un premier jaugeage, le 11 septembre 1872 et n'obtint que 76,000 mètres cubes par jour, soit un peu plus de 1 mètre cube à l'hectare. Or cette année fut partout pluvieuse.

Ce résultat fit voir qu'il serait nécessaire de barrer l'Ourthe pour la prise d'eau en vue et détermina l'honorable ingénieur à faire de nouvelles observations qui eurent lieu en 1873-74.

Il s'établit au pont à trois arches situé en aval de la jonction des deux branches et à peu de distance de l'emplacement du barrage projeté. Les deux ouvertures extrêmes furent provisoirement fermées et dans l'arche du milieu on installa un barrage à poutrelles. Les débits relevés au déversoir ainsi réalisé furent d'abord contrôlés au moyen du tube de Pitot; et lorsqu'on se fut assuré d'une concordance

suffisante, il n'y eut plus qu'à noter, chaque jour, la hauteur d'eau sur le seuil de ce déversoir pour en déduire les débits de la rivière.

Le tableau suivant résume les nouveaux résultats obtenus de la sorte :

ÉPOQUES.	JOURS de pluie.	JOURS d'eau trouble	DÉBITS journaliers moyens de chaque mois.	PRODUIT par hectare et par jour.	Observations.
Juillet 1873 .	5	»	m <sup>5</sup> 189.900	m <sup>5</sup> 2.66	} Surface des deux bassins : 74.160 hect. Moyennes : 262.800 m <sup>5</sup> 5.68 »  Moyennes : 937.570 m <sup>5</sup> 13.45 »
Août . . .	10	2	129.900	1.82	
Septembre .	11	3	299.500	4.20	
Octobre . .	11	6	431.900	6.07	
Novembre .	10	6	824.000	11.58	
Décembre .	3	2	977.400	13.73	
Janvier 1874.	8	»	1.071.300	15.00	
Totaux.	58	19	Moyenne	7.86	

Comme il fallait s'y attendre, une grande variabilité s'accuse également dans le régime de l'Ourthe, variabilité excessive surtout pour les débits journaliers, qui, à peu de jours d'intervalle et sous l'influence de fortes pluies, décuplent en donnant de l'eau trouble.

Dans cette période, ces débits ne descendirent pas, à beaucoup près, aussi bas qu'en septembre 1872.

Le minimum absolu se maintint à 92,629 mètres cubes par 24 heures ;

Le maximum n'atteignit que 1,290,915 mètres cubes, soit 18<sup>m<sup>5</sup></sup>,4 seulement par hectare ;

Et le rapport de ces volumes revient à 1/14.

Alors que l'Ourthe a produit en moyenne générale pour les sept mois cités une quantité journalière de 7<sup>m<sup>5</sup></sup>,860 par hectare, la Gileppe, aux périodes correspondantes renseignées par les tableaux précédents, a fourni 9<sup>m<sup>5</sup></sup>,600, 7<sup>m<sup>5</sup></sup>,600

17<sup>m<sup>5</sup></sup>,400, 19<sup>m<sup>5</sup></sup>,000, 15<sup>m<sup>5</sup></sup>,740, 9<sup>m<sup>5</sup></sup>,200 et 15<sup>m<sup>5</sup></sup>,000, soit en moyenne 15<sup>m<sup>5</sup></sup>,560.

Il a donc fallu l'année exceptionnellement sèche de 1865 pour què ce torrent descendit aux bas débits unitaires de l'Ourthe.

L'important ici, c'est de connaître le temps pendant lequel les faibles écoulements persistent. Les données ci-dessus, relevées par des mois peu humides peut-être mais nullement arides, sont insuffisantes pour hasarder une opinion sur ce point. C'était l'avis de l'inspecteur général Dumon, le seul qui eût apporté des indications positives dans l'examen du projet de l'Ourthe.

La Commission provinciale crut pouvoir procéder différemment, en déduisant par une 4<sup>e</sup> proportionnelle les débits des deux Ourthes de ceux relevés à la Gileppe et des superficies des bassins en présence. Or des calculs de ce genre peuvent entraîner à des erreurs graves.

Si l'on se contente d'un coup d'œil rapide sur l'Ardenne, on pourra dire avec apparence de raison que les bassins considérés se trouvent dans des conditions analogues ; mais un examen attentif décèlera des différences sérieuses au point de vue hydrologique.

La vallée de la Gileppe est creusée dans le renflement le plus prononcé de la région, et l'on a vu que dans les limites étroites du bassin de ce petit torrent, les pluies sont d'autant plus copieuses qu'elles sont recueillies plus haut.

Ce bassin exigü est en quelque sorte à l'état primitif, totalement couvert de bois et de broussailles, sans population, sans culture ; et cette situation lui assure des pluies plus nombreuses, des ruissellements plus réguliers, une atmosphère plus douce, plus moite et un sol plus humide.

Le bassin des Ourthes, au contraire, accuse le travail de l'homme sur les  $\frac{4}{5}$  de son étendue ; tous les plateaux à l'E. sont déboisés ou défrichés ; 25 localités de 1,000 âmes chacune en moyenne s'y répartissent et s'y développent en étendant leur œuvre, d'autant plus que l'industrie des carrières, introduite depuis quelque dix ans dans leur

voisinage, leur apporte plus de mouvement et de bien-être.

Au plateau supérieur de la Gileppe il y a relativement plus de fagnes, qui, à raison de leur élévation et du voisinage immédiat de l'immense forêt de Hertogenwald, reçoivent beaucoup d'eau, l'emmagasinent et la déversent encore avec quelque régularité dans la vallée, malgré les modifications superficielles qu'on y a effectuées.

Les versants de l'Ourthe sont beaucoup plus larges et ont moins de pente que ceux de la Gileppe; conséquemment, l'eau qui tombe sur ces surfaces rocheuses, très peu perméables, reste plus longuement exposée à l'évaporation et arrive plus réduite au thalweg.

Il est donc infiniment probable que les débits unitaires de l'Ourthe sont, d'une manière sensible, inférieurs à ceux de la Gileppe.

Cependant et pour fixer les idées, écartons un moment toute dissemblance dans les conditions naturelles de ces bassins, et supposons leurs produits proportionnels à leurs superficies.

Nous avons trouvé pour la Gileppe que, durant plus de huit mois consécutifs, le produit par hectare et par jour descendit à  $3^{\text{m}^5},210$  en moyenne générale, et qu'il ne fallait pas considérer les circonstances qui ont amené ce résultat comme les plus défavorables qui pussent se réaliser.

En appliquant donc ces chiffres aux deux Ourthes, on dira :

Que pendant plus de 250 jours de suite, leur débit quotidien peut descendre en-dessous de 71,160 fois  $3^{\text{m}^5},21$ , c'est-à-dire à moins de 228,400 mètres cubes.

Mais répétons que c'est là une hypothèse beaucoup trop favorable peut-être, et une logique de cette sorte ne saurait suffire quand il s'agit de projets comportant un sacrifice immédiat de plusieurs dizaines de millions et destinés à l'alimentation de nombreuses et importantes communes.

Pour lever les doutes, réclavons des observations directes, multipliées, très prolongées au sujet des pluies, des débits, des eaux claires et troubles, des températures, des vents, de

l'évaporation, et demandons-les sur l'une et l'autre branche de l'Ourthe pour marquer l'influence de leurs orientations opposées. Demandons-les pour les autres rivières exclusivement ardennaises, notamment la Hoigne, l'Amblève, la Salm, les parties supérieures de l'Homme et de la Lesse, la Semois, tous cours d'eau fort importants au sujet desquels nous devons avouer notre complète ignorance.

**Sources ardennaises.** — Les sources de cette région sont, on le sait, d'une extrême variabilité. Quand, dans un bassin, il a cessé de pleuvoir depuis longtemps et que le sol a perdu presque partout son humidité, les écoulements d'eau qu'on y rencontre ne sauraient provenir que de sources plus ou moins persistantes, selon l'importance des emmagasine-ments souterrains dont elles proviennent.

Cette influence se manifesta particulièrement à la Gileppe en septembre 1865; car, dans le courant de ce mois, elle descendit au minimum de 1,209 mètres cubes par jour, ou 274 litres par hectare, ce qui représente moins que la 100<sup>e</sup> partie de la quantité de pluie tombée en moyenne journalière, sur la même unité superficielle dans cette année très sèche.

Pour les sources des autres bassins de l'Ardenne, rien jusqu'ici n'autorise à leur accorder plus de débit à l'hectare, et il y a des raisons sérieuses de leur en attribuer moins, si l'on tient compte des conditions relativement très favorables du bassin de la Gileppe.

#### COURS D'EAU CONDUSIENS.

##### **Observations au Bocq, au Hoyoux et à l'Eau-d'Heure.**

— Dans la région condrusienne, nous trouvons : le ruisseau de *Beaumont*, l'*Eau-d'Heure*, le ruisseau d'*Acoz*, l'*Eau Blanche*, l'*Hermeton*, la *Molignée*, le *Bocq*, le *Grand-Pré*, le *Hoyoux*.

Nous n'avons que des renseignements vagues pour trois de ces cours d'eau, bien que tous desservent de nombreux moulins.

En temps ordinaire, le *Hoyoux* débiterait 1,500 litres à la seconde en amont de Huy, et le *Bocq* 1,900 litres à 2 kilomètres de son embouchure.

Ce sont les usiniers établis le long de ces cours d'eau qui rapportent ces chiffres, et nous avons observé qu'ils se préoccupent avant tout des écoulements normaux qui le plus habituellement font tourner les roues.

Les bassins du *Hoyoux* et du *Bocq* mesurent respectivement 24,500 et 23,000 hectares aux points désignés ; les bois n'y représentent plus comme étendue relative qu'environ 15 p. c., et les produits quotidiens reviendraient d'après ce qui précède à 5 1/4 et 7 mètres cubes à l'unité superficielle.

L'*Eau-d'Heure*, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, nous fournit une autre indication. Son bassin est plus calcaireux et partant plus fissuré que ceux du *Hoyoux* et du *Bocq* ; il est aussi plus revêtu de terre ; sa part forestière est encore de 22 p. c. ; c'est en outre le seul de la région qui contienne des couches aquifères spacieuses ; et si sa branche principale, presque normale à la Sambre, a des pentes très fortes qui en temps pluvieux précipitent des torrents, par contre ses meilleurs affluents, l'*Yves* et le *Thyria*, ont des inclinaisons très adoucies.

Des ingénieurs, se basant sur ces faits que certains moulins alimentés par cette rivière n'ont jamais cessé de tourner dans des conditions de vitesse connues, en ont conclu que son débit minimum, près de Han-sur-Heure, doit être estimé à 85,000 mètres cubes environ par jour.

L'étendue du bassin de l'*Eau-d'Heure* à cet endroit étant de 29,400 hectares, il en résulterait un produit à l'unité superficielle et aux époques les plus arides de 2<sup>m</sup><sup>3</sup>,88 par jour.

C'est plus de 10 fois le débit minimum reconnu des sources du bassin de la *Gileppe*, où il pleut avec plus d'abondance qu'en région condrusienne ; et ce résultat peut s'expliquer en partie par les solutions de continuité qui divisent le sous-sol du bassin de l'*Eau-d'Heure*, et surtout par les couches aquifères et les bois que nous y avons signalés.

COURS D'EAU TRAVERSANT DES RÉGIONS ROCHEUSES  
DIVERSES.

**Observations à la Vesdre, à l'Amblève et à l'Ourthe.** — Arrivons aux grands cours d'eau du versant droit de la Meuse qui traversent des régions rocheuses diverses : la *Vesdre*, l'*Amblève*, l'*Ourthe*, la *Lesse*, la *Semois*.

Au sujet des trois premiers, nous avons quelques renseignements rapportés ou relevés par feu Guillery, de 1844 à 1848, et qui figurent au tableau ci-après :

RIVIÈRES et lieux des jaugeages.	BASSINS hydrographiques.	ÉTAT de la RIVIÈRE.	DÉBITS		Produits par hectare et par jour.		
			à la seconde	journaliers.			
<b>La Vesdre</b> près de son embouchure	64.770H.	Étiage grandes eaux	m <sup>3</sup> 2	m <sup>3</sup> 172.800	m <sup>3</sup> 2.66		
			140	12.096.000	186.00		
<b>L'Amblève</b> près de son embouchure	104.960H.	Étiage grandes eaux	m <sup>3</sup> 3,25	m <sup>3</sup> 280.900	m <sup>3</sup> 2.66		
			150	12.960.000	123.40		
<b>L'Ourthe :</b>	à Laroche . . . . 78.380H.	Étiage	m <sup>3</sup> 8	m <sup>3</sup> 691.200	m <sup>3</sup> 8.80		
			à Durbuy. . . . . 115.200	»	11	940.400	8.10
			à Liège . . . . . 356.000	»	27	2.332.800	6.50
	à Laroche . . . . 78.380	grandes eaux	90	7 506.000	96.00		
	Amont de l'Amblève	»	112	9.676.800	52.00		
	Aval de l'Amblève.	»	278	24.019.200	95.00		

Avant d'analyser ces données, disons que souvent des auteurs de projets de distribution d'eau ont confondu l'*étiage* d'une rivière avec son *moindre débit*. Or l'*étiage* n'est qu'un terme de comparaison établi en vue de la navi-

gation, tandis que le moindre débit est une limite inférieure absolue.

Le batelier s'enquiert moins des débits que des niveaux à partir desquels les transports deviennent ou non praticables, et les travaux d'art ont précisément pour objet de réduire, d'annuler si possible, les chômages dus aux plus faibles comme aux plus forts écoulements.

Néanmoins l'étiage signifie toujours bas niveau; c'est d'ordinaire le zéro de l'échelle des hauteurs d'eau, cote sous laquelle nos rivières de montagnes descendent presque tous les ans pendant un temps plus ou moins long.

Il est clair que plus on accorde d'étendue à ces périodes de basses eaux, plus on relève les débits moyens correspondants pour une année quelconque; Guillery leur attribuait une durée de 25 jours environ, et les années d'observations de cet ingénieur offrirent des conditions générales moyennes.

Examinons d'abord les quelques *débits d'étiage* du tableau qui précède.

La *Vesdre* y figure pour 2<sup>m</sup><sup>5</sup>,660 par hectare et par jour.

On sait qu'en 1859-60 elle ne produisit à Verviers que 690 litres, et que la *Gileppe*, l'un de ses meilleurs affluents, descendit en 1865, année exceptionnelle, à 650 litres pendant 50 jours consécutifs.

Le bassin de la *Vesdre* présente encore environ 53 p. c. de sa superficie à l'état de bois et de forêts. Il est probable que l'*Eau-de-Spa* et les autres affluents inférieurs qu'alimentent des roches crevassées, améliorent le régime de la *Vesdre*; mais ils sont peu importants et ne sauraient modifier d'une manière sérieuse les résultats de l'amont; on doit en induire que le chiffre précité de 2<sup>m</sup><sup>5</sup>,660 est aujourd'hui de beaucoup trop fort.

L'*Amblève* a produit, en basses eaux, le même volume unitaire.

Son bassin, boisé dans le rapport de 25 p. c. seulement, se développe en majeure partie dans l'Ardenne; la portion

condrusienne ne présente aucun affluent notable, et bien que la pente du thalweg soit inférieure à celle de la Vesdre, nous pensons que les déductions précédentes lui sont plus encore applicables.

Quant à l'*Ourthe*, les débits en étiage que lui attribuait Guillery correspondent à l'hectare et par jour :

A 8<sup>m<sup>5</sup></sup>,800 devant Laroche ;

A 8<sup>m<sup>5</sup></sup>,100 devant Durbuy ;

A 6<sup>m<sup>5</sup></sup>,500 près de son embouchure.

Tous ces produits unitaires sont bien supérieurs à ceux de la Vesdre et de l'Amblève.

Depuis, les jaugeages de l'inspecteur général Dumon, effectués en 1875 à 10 kilomètres en amont de Laroche, ont déterminé :

Pendant sept mois consécutifs une moyenne de 7<sup>m<sup>5</sup></sup>,860 ;

Pendant trente jours de suite, — soit une période d'étiage comme l'entendait Guillery, — une moyenne de 1<sup>m<sup>5</sup></sup>,820.

Les débits annoncés par ce dernier observateur auraient donc considérablement faibli à moins de 50 années de distance.

Dans son *Recueil des voies navigables de la Belgique*, le corps des Ponts et Chaussées dit que le débit d'étiage de l'*Ourthe* à son embouchure, débit fixé autrefois à 27 mètres cubes par seconde, doit être aujourd'hui abaissé à 10 mètres cubes seulement, ce qui représente 2<sup>m<sup>5</sup></sup>,400 par jour à l'hectare, chiffre très rapproché des 2<sup>m<sup>5</sup></sup>,660 trouvés pour la Vesdre et l'Amblève en 1844-48, et le Recueil ajoute que « la grande différence constatée entre les données de Guillery et celles de Dumon provient de la diminution réelle du débit de la rivière, que l'on attribue au déboisement. »

Encore nous paraît-il certain que les Ponts et Chaussées entendent ici un étiage d'une durée de plusieurs mois consécutifs.

Les parties boisées dans le bassin de l'*Ourthe* ne représentent plus que 25 p. c. de sa superficie totale ; ses ver-

sants, à l'aval de la station choisie par Dumon, ne doivent pas fournir plus d'eau à l'unité superficielle qu'à l'amont. Sans doute, le régime de la rivière devient plus régulier à mesure que celle-ci prend plus de développement, et nous basant sur ces considérations, de même que sur les indications qui précèdent, nous pensons que les débits d'un étiage moyen d'une trentaine de jours par an peuvent être pris *approximativement* comme suit :

Pour la <i>Vesdre</i> . . .	4 <sup>m</sup> 5,8 à l'H.,	soit 1 <sup>m</sup> 5,35	par seconde;
Pour l' <i>Amblève</i> . . .	4 <sup>m</sup> 5,8	»	2 <sup>m</sup> 5,20 »
Pour l' <i>Ourthe</i> , à rai-			
son de l'étendue re-			
lative de son bassin	2 <sup>m</sup> 5	»	8 <sup>m</sup> 5,24 »

Les *grandes eaux* de ces trois rivières ont également fourni en 1844-48 et avant cette époque des résultats très dissemblables à l'unité superficielle :

Pour la <i>Vesdre</i> , à son embouchure . . . . .	186 <sup>m</sup> 5;
Pour l' <i>Amblève</i> . . . . .	123 <sup>m</sup> 5;
Pour l' <i>Ourthe</i> à Laroche . . . . .	96 <sup>m</sup> 5;
Id. id. en amont de l' <i>Amblève</i> . . . . .	52 <sup>m</sup> 5;
Id. id. à Esneux, en aval de l' <i>Amblève</i> . . . . .	95 <sup>m</sup> 5.

Rapprochons de ces données les maxima observés :

A la Gileppe, affluent de la *Vesdre*, de 1864 à 1868. . . 166<sup>m</sup>5;  
 Aux deux *Ourthes*, de juillet 1875 à janvier 1874. . . 18<sup>m</sup>5,4.

Rappelons encore qu'en traitant du climat nous avons trouvé pour le bassin de la *Vesdre* des pluies très copieuses et nulle part aussi intenses, toute considération faite des altitudes, qu'aux plateaux supérieurs de ce bassin, les plus relevés comme les plus boisés de tous ceux de l'Ardenne.

Le plus fort de ces produits unitaires, celui de la *Vesdre*, répond à une couche liquide de 18<sup>mm</sup>,6 uniformément répartie sur toute la superficie du bassin de cette rivière. Comme les rendements des cours d'eau de contrées rocheuses sont très élevés par les grandes pluies persistantes; comme en période longuement humide il ne faudrait pas, pour atteindre le produit signalé, une pluie de beaucoup

supérieure à ces 18<sup>mm</sup>6 ; que les chutes pluviales quotidiennes de 20 à 25 millimètres et au delà ont été fréquemment observées partout dans le pays, surtout aux parties rocheuses, on reconnaîtra que le taux visé de 186 mètres cubes à l'hectare n'a rien d'inadmissible et que probablement il n'exprime pas un maximum.

Ce qui doit étonner, c'est que la Gileppe, dans l'espace de cinq ans, n'ait pas eu un produit à l'hectare supérieur à 166 mètres cubes, alors que son bassin, 14 fois moindre que celui de la Vesdre, est un des plus élevés de cette rivière.

Le chiffre de l'Ourthe, 52 mètres cubes à l'hectare en amont de l'Amblève, est plus étrange encore ; cependant le maximum absolu trouvé par Dumon, 48<sup>m<sup>3</sup></sup>,4 seulement, dans un espace de sept mois et sur un bassin 2 1/2 fois moindre, n'est pas fait pour infirmer la donnée de Guillery.

L'ensemble de ces renseignements, qui ne se contredisent point d'ailleurs, fait supposer que les grandes eaux prises à l'unité de surface et considérées pendant quelques jours de suite, ont une tendance à se réduire des zones de la Vesdre à celles de l'Amblève et de l'Ourthe, et qu'elles ont toutes diminué d'importance et surtout de persistance depuis quarante années.

En maintenant, faute de mieux, les chiffres anciens de Guillery, on ne ferait donc qu'exagérer ceux de la situation présente, ce qui n'est pas un mal quand il s'agit de prévoir des crues et des débordements, et l'on pourra dire que l'Ourthe, à son embouchure, produit en grandes eaux :

1° Pour la partie du bassin en amont de la Vesdre :  
291,250 H. à 95<sup>m<sup>3</sup></sup>, soit par 24 heures. . . . . 27,667,000<sup>m<sup>3</sup></sup> ;

2° Pour la Vesdre :  
64,770 H. à 186<sup>m<sup>3</sup></sup> . . . . . 12,096,000<sup>m<sup>3</sup></sup> ;

Au confluent de ces cours d'eau . . . . . 39,763,000<sup>m<sup>3</sup></sup> ;

Soit . . . . . 460<sup>m<sup>3</sup></sup> par seconde ;

Soit, en moyenne, 112<sup>m<sup>3</sup></sup> par hectare et par jour.

Nous pensons que par débits de grandes eaux il ne faut pas entendre le maximum maximorum possible, mais celui que l'on a chance de retrouver dans un avenir d'une vingtaine d'années par exemple. Si l'ingénieur de l'État traçait ses projets pour répondre toujours à des exceptions absolues, toutes choses coûteraient beaucoup trop, il n'avancerait que péniblement, il ne réaliserait qu'une faible partie des œuvres qu'il exécute aujourd'hui et ne servirait guère la généralité de ses concitoyens. La question est moins de résoudre pleinement tous les cas les plus extrêmes que d'obtenir la plus grande somme de prospérité pour la nation, et dans cette vue il faut savoir se résigner de loin en loin à traverser des moments difficiles.

Relativement à la *Lesse* et à la *Semois*, nous n'avons pu jusqu'à présent nous procurer des indications positives, ni pour les débits, ni pour le régime.

Le bassin de la *Lesse* mesure 129,700 hectares ; il se développe à peu près par moitié dans les régions ardennaise et condrusienne ; les pentes générales de ses vallées sont plus raides que celles de l'Ourthe ; mais les parties boisées occupent encore 50 p. c. de son étendue ; les zones calcareuses fortement crevassées qui le traversent, emmagasinent une partie des pluies tombées, et ses vastes évidements souterrains sont des réservoirs, des régularisateurs, dont les effets par les temps de crues ne sont pas à négliger.

En attendant des observations directes et s'il nous fallait une appréciation des débits de cette rivière, nous choisirions, comme pour l'Amblève et la Vesdre, 1<sup>m<sup>5</sup></sup>,8 par hectare en étiage moyen de 50 jours, et pour les grandes eaux, afin d'éviter les surprises, autant que possible le plus fort des produits unitaires observés, soit 186 et même 190 mètres cubes.

Le bassin de la *Semois* s'étend au S.-E. sur 152,000 hectares. Il a beaucoup de longueur et relativement peu de largeur, ce qui est favorable au rendement, mais non pas à la régularité de la rivière ; sa vallée principale est la moins rapide de toutes celles de même importance qui viennent

d'être examinées. Ses versants supérieurs sont formés, en partie, de terrains meubles et perméables ou rocheux et fendillés; partout ailleurs règnent les roches de l'Ardenne; et c'est de beaucoup le plus boisé de tous nos grands bassins de montagnes, puisque les forêts y couvrent encore 45 p. c. de sa superficie totale.

Pour ces raisons, la Semois fournit apparemment plus de 1<sup>m<sup>5</sup></sup>,8 à l'hectare en étiage; sans doute son régime est relativement régulier; mais en ce qui concerne les grandes eaux, nous voyons que les produits à l'unité superficielle, dans les divers bassins analysés, sont d'autant plus excessifs que les forêts y dominent davantage, et de même que pour la Lesse, nous dirons que, le cas échéant, il ne faudrait pas se hasarder à choisir ici un chiffre inférieur à 186 mètres cubes.

La *Sambre*, grâce à ses versants relativement peu rapides, comme à son bassin mi-terreux, mi-rocheux et aux couches aquifères importantes qui s'y trouvent, doit être moins irrégulière encore.

Son bassin comprend :

A la frontière . . . . .	103,000 hectares;
A Charleroi . . . . .	205,000 »
A Namur . . . . .	270,000 »

D'après des jaugeages effectués à Charleroi, il y a quelques années, par les Ponts et Chaussées, le débit de cette rivière, en *étiage absolu d'année moyenne*, est estimé à 7 mètres cubes par seconde, ou 604,800 mètres cubes par 24 heures.

Le produit à l'hectare reviendrait donc à 2<sup>m<sup>5</sup></sup>,9, soit à peu près le chiffre trouvé précédemment pour l'Eau-d'Heure, en très basses eaux.

Autrefois on attribuait à la Sambre, à son embouchure et aux *époques d'étiage*, un débit de 12 mètres cubes à la seconde, soit 1,056,800 mètres cubes par jour.

A ce volume correspondait donc un produit unitaire beaucoup plus notable, 4 mètres cubes.

C'est dans des comparaisons de ce genre qu'on apprécie toute l'élasticité du mot *étiage*.

De Charleroi à Namur, les produits à l'hectare de la Sambre pris à la même époque, ne doivent guère présenter de différences sensibles.

Peut-être les 4 mètres cubes en question répondent-ils, non pas au minimum d'année moyenne, mais à la moyenne des minima pendant une série de jours plus ou moins longue d'une semblable année; peut-être aussi s'agit-il là de très anciens jaugeages dont les résultats ne sont plus applicables aujourd'hui, à cause des transformations qu'aurait subies le bassin de la rivière considérée.

Renonçons donc à ces 4 mètres cubes; maintenons pour l'aval de Charleroi  $2^{m5},9$  à l'hectare comme relatif au moindre débit d'année moyenne, et disons que la Sambre, à son embouchure et dans ces circonstances, débite environ 270,000 hectares  $\times 2^{m5},9 = 785,000^{m5}$  par 24 heures, soit à la seconde un peu plus de 9 mètres cubes.

#### COURS D'EAU DE ZONES TERREUSES.

**Ruisseaux de la vallée houillère.** — On sait que la vallée houillère a fréquemment pour sol une couche épaisse, argileuse et peu perméable à la surface, mais graveleuse à la base, et que la nappe liquide y subit des oscillations très amples. Les ruisseaux peu importants qui traversent l'un ou l'autre des versants de cette vallée peuvent donc être considérés comme ayant des bassins terreux.

Du 26 au 28 août 1868, feu Laduron jaugea certains d'entre eux et obtint ce qui suit :

RUISSEAUX et LIEUX DE JAUGEAGE.	BASSIN.	DÉBITS par vingt-quatre heures.	PRODUITS pa hectare et par jour.
Soleilmont à Gilly . . . . .	1.300 <sup>h</sup>	2 <sup>m5</sup> .200	1 <sup>m5</sup> .69
Long-des-Haies à Couillet . .	1.280	2.100	1.64
Long-des-Haies à Loverval . .	770	1.056	1.36

Ce sont là des produits très faibles qui sûrement se réduiraient encore dans une notable mesure à la suite d'une longue sécheresse, et ils s'expliquent, non seulement par les mauvaises conditions superficielles de leurs bassins, mais encore par l'influence des « sewes » et des fosses de charbonnages qui ont en partie et fort inégalement détourné leurs eaux souterraines.

**Le Piéton.** — Le Piéton appartient plus franchement au pays terreux; ses plateaux supérieurs à l'O. et au N. sont même convenablement constitués au point de vue du régime de la rivière : sol limoneux assez perméable, sous-sol sableux et couche aquifère puissante reposant sur une couche d'argile de bonne épaisseur; mais à la limite intérieure de ces plateaux, la base d'argile se réduit progressivement et découvre bientôt, sur de larges étendues de la vallée, la roche calcaire dans les parties septentrionales et la roche houillère au midi.

Dans tout ce bassin du Piéton, des charbonnages nombreux ont été créés; leurs fosses, après avoir percé les terres perméables supérieures, la couche aquifère et sa base d'argile, sont descendues à des centaines de mètres de profondeur dans la roche, d'où les machines d'épuisement enlèvent des quantités d'eau considérables, et effectuent conséquemment un drainage dont le rayon d'action peut dépasser plusieurs kilomètres.

Il est clair que cet immense drainage se fait bien différemment sentir aux divers endroits d'un bassin constitué d'une manière aussi inégale; que la couche aquifère ne saurait être atteinte là où sa base d'argile est effectivement imperméable; qu'elle l'est à divers degrés quand cette base a trop peu d'épaisseur, et que l'eau souterraine est facilement attirée de toutes les parties où la roche affleure ou n'est enduite que de terres perméables.

Ainsi, les ruisseaux exclusivement alimentés par une couche aquifère non atteinte auront des produits à l'hectare

élevés et constants; ceux qui se trouvent dans des conditions opposées donneront des débits variables, fort amoindris ou nuls, et d'un point à un autre dans une même vallée, les produits unitaires seront à peu près semblables ou très inégaux, selon les circonstances.

**La Méhaigne.** — La Méhaigne fut jaugée par MM. Zimmer et Devos, en 1875, année sèche précédée d'une autre très humide. Ils obtinrent à Moha, près de l'embouchure, un débit de 67,000 mètres cubes par 24 heures, et le bassin mesurant à cet endroit 55,000 hectares, le produit unitaire qui en résulte s'abaisse ici à 2<sup>m<sup>3</sup></sup>,03.

Ce résultat déjà faible n'approche guère cependant du minimum, car bien des années ont été plus sèches que 1875 et en même temps précédées de longues périodes arides.

Mais, d'abord, les quelques indications pluviométriques que nous avons pu recueillir font soupçonner qu'il tombe relativement peu d'eau sur cette contrée.

Ensuite, le bassin de la Méhaigne est constitué d'une manière défavorable : le sol est limoneux, gras et moite, exigeant presque partout le drainage et reposant en général sur la roche plus ou moins fendillée; la couche aquifère, peu épaisse et appuyée sur cette roche, est exposée à subir des déperditions par le dessous, et la nappe liquide très mobile se tient trop près de la surface même aux parties supérieures des plateaux.

**Le Geer.** — Le bassin du Geer contraste beaucoup avec le précédent.

A propos des projets de distribution d'eau de Liège, M. l'ingénieur Dumont fit, en 1849, de très intéressantes observations sur les anciennes arènes ou galeries de drainage percées sous le plateau du Geer : il nivela le sillon creusé par ces ouvrages dans la couche aquifère, mesura l'étendue drainée, jaugea les débits et obtint 4<sup>m<sup>3</sup></sup>,550 par hectare et par jour.

Cette année amena sur la ville et dans le voisinage beaucoup moins de pluie que la moyenne, mais la précédente en avait fourni davantage. Le débit trouvé n'était donc pas un minimum; aussi M. Dumont prit-il 4 mètres-cubes pour assurer sa combinaison.

En 1855, année un peu sèche succédant à une autre moyenne, le même ingénieur jaugea le Geer à Glons, où la rivière est desservie par un bassin de 59,168 hectares et trouva 167,040 mètres cubes par jour, ce qui revient à 4<sup>m<sup>5</sup></sup>,260 à l'unité superficielle. Ce résultat, qu'il faut réduire quelque peu pour exprimer un minimum, vint donc confirmer celui des galeries.

Il est certain qu'il pleut sensiblement plus sur le bassin des arènes qu'à Bruxelles et que le contraire existe pour l'ensemble des versants du Geer; mais ici les surfaces sont moins déclives que devant Liège et beaucoup mieux disposées pour retenir l'eau du ciel.

Comme aux versants de la Mébaigne, le sol est assez compact, mais partout influencé par un sous-sol crayeux, sec, fortement fendillé; la nappe liquide peu oscillante est à une vingtaine de mètres de la surface; la couche aquifère, ainsi qu'on l'a vu, est puissante et grandement régularisatrice; elle repose sur une smectique qui, en quelques points très rares, paraît ne pas offrir une suffisante épaisseur; en dessous gisent le terrain houiller du côté de la Meuse, le terrain du Condroz du côté du Geer, roches fissurées qui sûrement draineraient les eaux supérieures pour peu que le défaut de smectique leur en donnât l'occasion.

#### LA MEUSE.

**Observations anciennes.** — Enfin, descendons au fleuve, collecteur général des cours d'eau que nous venons d'examiner.

Aucune rivière n'a été plus étudiée dans le pays. Guillery y consacra huit années de sa vie, de 1840 à 1848.

D'après cet auteur, le fleuve fournissait *en étiage* et à la seconde :

A Verdun, 16 mètres cubes ;

A Sedan avec le Chiers, 21 mètres cubes ;

A Givet en 1840, par un niveau extrêmement bas, 27 mètres cubes ;

A la frontière S., 55 mètres cubes ;

A Liège, 65 mètres cubes ;

A Maestricht, 90 mètres cubes ;

Et par les *très hautes eaux*, 1,000 mètres cubes à la frontière française et 5,800 mètres cubes à la frontière hollandaise.

Le bassin hydrographique de la Meuse est approximativement :

A la frontière française de . . . . .	928,000 hectares ;
En amont de Namur (Tailfer). . . . .	1,459,000 »
A Liège . . . . .	1,886,000 »
A la frontière hollandaise . . . . .	1,912,000 »

Les produits quotidiens à l'hectare auraient donc été :

En très <i>bas étiage</i> à Givet. . . . .	2 <sup>m<sup>3</sup></sup> ,5 ;
En étiage ordinaire à Liège . . . . .	5 <sup>m<sup>3</sup></sup> ,0 ;
En très hautes eaux à la frontière S. . . . .	95 <sup>m<sup>3</sup></sup> ,0 ;
En très hautes eaux à la frontière N. . . . .	172 <sup>m<sup>3</sup></sup> ,0.

**Observations récentes.** — Depuis, M. l'ingénieur en chef Hans a déterminé les débits de la Meuse à Tailfer, en amont de Namur, pour des hauteurs d'eau croissantes jusqu'au niveau du débordement.

Nous reproduisons ci-dessous les résultats obtenus, en mettant en regard les produits unitaires correspondants :

HAUTEURS D'EAU par rapport A L'ÉTIAGE.	DÉBITS A TAILFER		PRODUITS correspondants par hectare et par jour.
	par seconde.	par 24 heures.	
	m5	m5	m5
—0.30	18.8	1.624.300	1.43
—0.20	24.2	2.090.800	1.83
—0.10	34.1	2.996.240	2.63
Étiage.	46.0	3.974.400	3.49
0.10	56.9	4.916.000	4.31
0.20	69.7	6.022.800	5.28
0.30	83.4	7.205.760	6.32
0.40	97.8	8.449.920	7.41
0.50	113.0	9.763.200	8.57
0.60	128.8	11.128.320	9.77
0.70	145.5	12.571.200	11.03
0.80	162.7	14.057.280	12.34
0.90	180.6	15.603.840	13.70
1.00	199.1	17.202.240	15.10
1.50	300.1	25.928.640	22.76
2.00	414.0	35.769.600	31.40
2.50	539.6	46.621.440	40.93
3.00	675.6	58.371.840	51.24
3.50	821.6	70.986.000	62.30

Enfin, nous devons à M. l'ingénieur Fendius le relevé ci-après des niveaux exceptionnels pris par le fleuve dans ces 42 dernières années.

Les baisses d'eau les plus extraordinaires en même temps que les plus prolongées eurent lieu en 1842, 1846 et 1858.

Pendant chacune de ces années le niveau se maintint sous l'étiage pendant *six mois* consécutifs et le maximum de baisse atteignit :

- En juin 1842 . . . . . —0<sup>m</sup>,50;
- En juillet 1846 . . . . . —0<sup>m</sup>,50;
- En août 1858 . . . . . —0<sup>m</sup>,29.

C'est généralement en été que ces situations se présentent; mais elles s'observent aussi en hiver et beaucoup plus en novembre et décembre qu'en janvier et février.

C'est ainsi que le niveau descendit sous l'étiage en hiver dans les années 1842, 1844, 1846, 1848, 1853, 1858, 1871, et le maximum de baisse eut lieu en décembre 1846, à  $-0^m,27$ .

Habituellement, le fleuve descend chaque année sous l'étiage; seules les années 1851, 1852, 1860 et 1866 — soit un cas sur dix — firent exception à la règle.

Les *crues* au-dessus de la ligne du débordement ont été moins fréquentes; en voici la liste complète depuis 1840 :

DATES.	ÉCHELLES.	HAUTEURS au-dessus de l'étiage.
27 février . . . . . 1844	de Namur	4 <sup>m</sup> 38
28 janvier . . . . . 1846	»	4.59
16 id. . . . . 1849	»	3.54
4 février . . . . . 1850	»	5.14
31 mars. . . . . 1851	»	3.97
18 janvier . . . . . 1852	»	4.11
7 février . . . . . id.	»	3.81
29 décembre . . . . . id.	»	3.74
23 janvier . . . . . 1853	»	3.59
3 id. . . . . 1861	»	4.49
1 <sup>er</sup> février . . . . . 1862	»	4.29
28 janvier . . . . . 1865	»	3.92
1 <sup>er</sup> décembre . . . . . 1872	de Dinant	4.00
21 janvier . . . . . 1873	»	3.71
28 février . . . . . id.	»	3.74
22 id. . . . . 1876	de Namur	4.24
10 mars. . . . . id.	»	4.64
5 janvier . . . . . 1879	»	4.14
12 février . . . . . id.	»	3.64
24 juillet . . . . . id.	»	4.11
2 janvier . . . . . 1880	»	4.49
22 décembre . . . . . id.	»	6.19
11 mars. . . . . 1881	»	3.54

On remarquera :

Que dans l'intervalle des 42 dernières années il y a eu 25 crues débordantes ;

Que 16 de ces crues ont été provoquées en janvier et février, 5 en décembre, 5 en mars; 1 en juillet ;

Que c'est encore en hiver que les niveaux les plus élevés ont été atteints.

Pour la rapidité des crues on a constaté : que du 31 décembre 1879 au 2 janvier 1880, l'eau s'éleva de 0<sup>m</sup>,44 à 5<sup>m</sup>,56, soit de 5<sup>m</sup>,12 en 40 heures, et qu'en décembre 1880, l'inondation monta de 5<sup>m</sup>,49 à 5<sup>m</sup>,56, soit de 1<sup>m</sup>,87 en 24 heures.

Quant aux débits :

Le moindre produit du fleuve à Tailfer n'est pas descendu sous 1<sup>m<sup>3</sup></sup>,45 par jour à l'hectare, et il n'a été constaté que deux fois dans l'espace de ces 40 dernières années.

Trois fois dans cette période le niveau s'est maintenu sous l'étiage pendant six mois consécutifs, la Meuse fournissant des débits unitaires de 1<sup>m<sup>3</sup></sup>,45 à 5<sup>m<sup>3</sup></sup>,49.

Le niveau moyen est estimé à 0<sup>m</sup>,90 environ, auquel correspond un débit de 15<sup>m<sup>3</sup></sup>,70 à l'hectare; c'est comme si, la chute pluviale annuelle étant de 1 mètre, le rendement s'élevait à 50 p. c.

Il y a un peu plus d'une crue débordante tous les deux ans, qui commence au niveau de 5<sup>m</sup>,50; à cette hauteur répond un produit unitaire de 62<sup>m<sup>3</sup></sup>,500, qui ne représente qu'une couche d'eau de 6<sup>mm</sup>,25.

Alors que ce chiffre de 62<sup>m<sup>3</sup></sup>,50 est si fréquemment atteint en amont de Namur, les très hautes eaux de la Meuse, représentées par un torrent dévastateur de plus de 6 mètres d'élévation, n'auraient produit, d'après Guillery, que 95 mètres cubes par hectare à la frontière française. C'est là une impossibilité manifeste.

A la frontière hollandaise, un peu en aval de Visé, les plus hautes eaux auraient comporté 172 mètres cubes

à l'unité superficielle, ce qui peut être le résultat, après humentation complète de la surface, d'une pluie générale et moyenne de 20 à 25 millimètres.

Mais ce chiffre n'en est pas moins très extraordinaire; seule la Vesdre parmi les rivières examinées jusqu'ici et dont le bassin n'est que la 50<sup>e</sup> partie de celui de la Meuse au point considéré, a fourni à l'hectare une quantité supérieure.

VI.

DÉBITS DES SOURCES ET DES RIVIÈRES.

(Suite.)

BASSIN DE L'ESCAUT.

RIVIÈRES DES ZONES ONDULÉES.

**Bassin de la Haine.** — La Haine, le plus élevé comme le plus incliné des grands affluents belges de l'Escaut, coule de la cote 180 à 18; son versant droit, très boisé, est étroit et rapide, l'autre, beaucoup plus large, est d'une pente adoucie.

Son bassin mesure :

Pour la Trouille.	. . .	25,550 hectares;
Pour l'Hougneau	. . .	26,620 »
Pour les autres affluents	. . .	57,090 »
En totalité.	. . .	<u>107,260</u> »

*Plateau supérieur.* — Du côté d'Anderlues, le plateau supérieur de la Haine, sur quelques milliers d'hectares seulement, est bien conditionné pour recueillir et emmagasiner les eaux : sol limoneux perméable, largement ondulé; sous-sol de sables à pierres sur 10 à 20 mètres d'épaisseur moyenne; puis couche d'argile compacte de 20 à 50 mètres de puissance, reposant sur le terrain houiller et supportant sans déperdition inférieure une couche aquifère volumineuse dont la nappe, à plus de 15 mètres de la surface, ne subit que de faibles oscillations.

Il paraît pleuvoir plus abondamment sur ce plateau qu'à Bruxelles, et il semble qu'on ne doive pas lui attribuer moins de débit qu'aux zones supérieures du Geer, soit en période sèche 4 mètres cubes par hectare et par jour.

*Versants N. et S.* — Ailleurs les circonstances sont en général défavorables, car la surface onctueuse est faiblement absorbante, et le sous-sol argileux, calcareux ou crayeux, emmagasine peu les eaux, bien qu'à de longs intervalles il dégage quelques sources abondantes.

Au versant droit, les variations des niveaux dans la plupart des puits sont très amples; souvent, par les périodes humides, l'eau s'y élève, même aux plateaux, à quelques pieds du sol, pour s'abattre de plusieurs mètres à la suite de sécheresses un peu prolongées.

Le versant gauche se présente mieux, surtout à l'E. entre la Haine et la Trouille, — où les ravins humides sont rares et où les puits ordinaires atteignent, près de la crête, jusque 50 mètres de profondeur, — qu'à l'O. de cette zone, où le sol est coupé de vallées rapprochées au fond desquelles affleure la couche aquifère.

Les houillères nombreuses en exploitation sous ces étendues effectuent un drainage énergique, abaissent la nappe aquifère, augmentant la faculté absorbante de la surface, appellent peut-être une partie des eaux des bassins voisins de la Senne et de la Dendre, et ont conséquemment une tendance à relever et à régulariser les débits de la Haine.

*Débits.* — Jusqu'à ce jour, on ignore comment se répartissent les pluies sur le bassin qui nous occupe, et l'on ne possède que peu de données sérieuses au sujet des quantités d'eau qu'il est capable de fournir aux diverses époques et aux divers points de la vallée principale.

Les débits ordinaires, à Mons, sont estimés comme suit :  
Pour la Trouille, à 50,000 mètres cubes par jour, soit 2<sup>m</sup><sup>5</sup>,15 par hectare ;

Pour la Haine, à 70,000 mètres cubes par jour, soit 2<sup>m<sup>3</sup></sup>,48 par hectare.

Les crues observées au même point par les Ponts et Chaussées, ont fourni dans ces dernières années :

En août 1879, pour la Trouille, 16 mètres cubes à la seconde ;

En août 1879, pour la Haine, 20 mètres cubes à la seconde ;

En décembre 1882, pour ces deux rivières, 40 mètres cubes à la seconde, ou 67 mètres cubes journaliers à l'hectare.

Antérieurement, les très fortes crues de la Haine durent notablement dépasser ces chiffres en amont de Mons ; mais en aval, la vallée par sa grande largeur et sa faible pente, abaisse le taux unitaire des affluences exceptionnelles pour en prolonger la durée.

**Bassin du Demer.** — Le Demer est formé par quatre affluents qui se réunissent en amont de Diest : les deux Geetes, la Herck et le Haut-Demer.

Le versant gauche de la Grande-Geete, jusque Tirlemont, est perméable au sol comme au sous-sol ; sa base est constituée par la roche ardennaise au S. et ailleurs par des argiles compactes sous bonne épaisseur ; sa couche aquifère nourrit des sources régulières dont les produits à l'hectare doivent peu différer de ceux du Geer et du plateau d'Anderlues ; mais son étendue relative est faible et son effet sur l'ensemble du bassin de peu d'importance.

L'immense surface comprise entre cette rivière et le Demer est retentive, fortement plissée, disposée pour rejeter les pluies directement dans les vallées ; le sol criblé de drains repose en général sur des argiles ou des sables argileux, terrains qui n'emmagasinent guère, et par exception sur du crétaé qui peut perdre inférieurement une partie des eaux reçues par en haut.

Au versant droit très spacieux du Demer règnent les sables de la Campine, éminemment perméables quand ils

sont secs; mais partout la nappe aquifère est près du sol, ce qu'accusent les innombrables petits étangs qui, dans cette zone marécageuse, s'échelonnent jusqu'au voisinage des crêtes; en temps humide l'eau souterraine monte jusqu'au jour, gorge tous les interstices des masses sableuses et les rend effectivement imperméables.

Si l'on ajoute que le bassin en question reçoit sensiblement moins de pluies que Bruxelles, on en conclura que cette rivière, outre qu'elle est réduite à d'infimes produits relatifs, doit être capricieuse et sujette à des débordements rapides, ce que nos anciens ont maintes fois signalé.

*Débts.* — Le Demer a été jaugé à plusieurs reprises en amont de Diest, où son bassin comprend 188,000 hectares. Voici les résultats obtenus :

ÉPOQUES.	OPÉRATEURS.	DÉBITS en 24 heures.	PRODUITS par hectare et par jour.	Observations.
Fin novembre 1847	Gal Deman	m <sup>3</sup> 770,169	4m <sup>3</sup> ,100	Année sèche à Gand, à Bruxelles, à Louvain, à Liège.
18 juin 1865	L <sup>t</sup> du génie Docteur	156,000	0m <sup>3</sup> ,830	Année sèche à Ostende, humide à Gand, très sèche à Bruxelles, aux Waleffes et à Liège.
9 août 1868	Major Squillier	287,520	1m <sup>3</sup> ,530	Année sèche à Ostende, très pluvieuse à Gand, moyenne à Bruxelles, sèche aux Waleffes et à Liège.

On voit à quels pauvres débits cette rivière peut descendre.

Le produit unitaire de 4,100 litres, relevé dans la période remarquablement sèche de 1847, est probablement dû à des pluies générales tombées peu de temps avant le jaugeage. Ce résultat, qui paraît erroné, montre avec quel soin

il faut recueillir et classer toutes les données météorologiques à la suite desquelles on opère, et qui, le cas échéant, expliquent toutes les dissidences apparentes.

Nous pensons que le chiffre de 850 litres de l'été de 1865 peut être considéré comme un minimum; cette période a été la plus longuement aride de la contrée, et comme il est peu probable que la chute pluviale de l'année correspondante ait été moindre que 400<sup>mm</sup>, le rendement se serait dès lors abaissé en dessous de 8 p. c. !

De Diest à Aerschot et à la Dyle, les conditions hydrologiques du Demer s'améliorent un peu, grâce au Hageland; mais ses versants ne lui apportent plus que 52,200 hectares; à l'embouchure, son bassin total acquiert ainsi 220,200 hectares, qui, dans les circonstances ordinaires ou normales, fournissent apparemment plus de 2 mètres cubes chacun, soit 440,400 mètres cubes pour l'ensemble par 24 heures et notablement plus en moyenne générale.

Les grandes eaux de cette rivière ne paraissent avoir été scientifiquement observées que depuis 1879.

Les crues moyennes, qui reviennent plusieurs fois par an, débitent environ 75 mètres cubes par seconde en amont d'Aerschot, et, selon les indications des Ponts et Chaussées, la grande crue de décembre 1880, que l'on ne doit pas considérer comme exceptionnelle, a fourni 100 mètres cubes au même endroit, ce qui représente à peine 44 mètres cubes par hectare et par jour.

**La Dyle et la Senne.** — *La Dyle* est la mieux partagée de toutes les rivières de la région ondulée. Son sol à pentes douces, sablo-argileux jusqu'à l'embouchure du Demer, est sableux à l'aval et partout perméable; en dessous viennent des sables divers qui reposent sur une couche épaisse d'argile compacte, sauf à l'amont de Limal, où, suivant de minces rubans, la terre superficielle s'appuie directement sur la roche ardennaise. La base imperméable supporte une couche aquifère considérable, dont la nappe se tient de 0 à

50 mètres de la surface, et oscille avec une grande lenteur pour uniformiser le régime des sources qui en découlent.

*Jaugeages à Louvain.* — M. l'ingénieur Colson, chargé d'étudier des projets de canaux maritimes reliant à l'Escaut Bruxelles, Louvain et Malines, eut à s'assurer si la Dyle serait capable d'alimenter en tout temps ces nouvelles voies, et fit pour cela, aidé de M. Cossou, une longue série de jaugeages de cette rivière, en amont et en aval de Louvain.

La Dyle, bordée de rives florissantes comme presque tous nos cours d'eau d'ailleurs, oppose au jaugeage de sérieuses difficultés. Elle actionne avec ses affluents aux pentes favorables de nombreux moulins tous pourvus de réservoirs spacieux, et le jeu de ces installations, depuis la décharge complète jusqu'à la retenue absolue de l'eau par les usiniers, produit dans la rivière et à de courts intervalles des débits extrêmement irréguliers, tantôt fort en dessous, tantôt fort au-dessus des écoulements normaux.

Il fallait aussi se mettre en garde contre les erreurs que pouvaient occasionner et les continuels curages effectués dans la rivière et l'alimentation intermittante du canal au sortir de la ville.

M. Colson ayant pris ses dispositions pour être le mieux possible informé du mouvement des eaux dans la rivière en général, choisit d'abord trois bonnes stations :

La 1<sup>re</sup> au déversoir de l'usine d'Héverlé, immédiatement en amont de la Voer et du ruisseau du Parc ;

La 2<sup>e</sup> en aval de la ville, dans la partie redressée de la Dyle comprise entre le canal et le chemin de fer, partie de 450 mètres de longueur, où M. Cossou détermina six profils et les pentes variables de la surface de l'eau ;

La 3<sup>e</sup> en aval de la précédente position, au déversoir de l'usine de Wygmael, mis obligeamment comme celui d'Héverlé à la disposition des opérateurs.

Un premier jaugeage, pratiqué en lit de rivière, le 25 septembre 1875, donna 4,872 litres à la seconde.

En 1876 les observations furent reprises et poursuivies

presque sans interruption, du 12 juillet au 24 août, soit pendant une période de 44 jours. On obtint ainsi un grand nombre de résultats dont on fit un scrupuleux triage.

Quatorze de ces résultats seulement furent conservés comme inspirant toute confiance; ils avaient été relevés de même en lit de rivière et indiquaient en moyenne 4,453 litres à la seconde.

A l'usine d'Héverlé on obtint 4,866 litres, et à l'usine de Wygmael 4,254 litres à la seconde.

Comparons ces résultats en les rapportant à l'unité superficielle et formons d'abord le tableau suivant :

DATES des JAUGEAGES.	LIEUX ET MODES des OPÉRATIONS.	DÉBITS		BASSIN hydrograph. que. Hectares	PRODUITS par hectare et par jour.
		à la seconde.	par 24 heures.		
25 septembre 1875.	Aval Louvain lit de rivière.	Litres. 4,875	m <sup>3</sup> 421.200	82.680	5.08
1876.		Minimum.			
9 août. . . . .	id.	3,102	268.012	id.	3.24
		Maximum.			
2 août. . . . .	id.	5,828	503.539	id.	6.09
		Moyenne.			
du 21 juillet au 24 août . . . .	id.	4,453	384.739	id.	4.65
24 août . . . . .	Déversoir d'Héverlé.	4,866	420.422	72.440	5.80

Dans la Belgique ondulée, la période de 1875-75 fut, après celle de 1862-66, la plus longuement aride du demi-siècle passé; elle eut donc pour effet de déprimer fortement les couches aquifères de la région, c'est-à-dire d'épuiser en grande partie les réserves souterraines; l'année suivante fut supérieure à la moyenne, du moins à Bruxelles, mais l'été fut très sec; les débits relevés à cette époque furent donc

à peu près exclusivement fournis par les sources appauvries du bassin de la Dyle.

Bien que le résultat de 1875, savoir 5<sup>m</sup><sup>5</sup>,08 à l'hectare, eût été déterminé avec toutes les précautions possibles, on ne saurait cependant assurer qu'il représentait bien réellement le débit normal de la rivière. Les chiffres de 1876, beaucoup plus nombreux, permettent d'arriver à des conclusions plus sûres.

Nous voyons que pendant les 44 jours de la période estivale de cette année, les débits de la Dyle varièrent de 5<sup>m</sup><sup>5</sup>,24 à 6<sup>m</sup><sup>5</sup>,09.

Or, une telle rivière, desservie par les volumineuses couches aquifères que l'on sait, ne modifie guère son écoulement dans un aussi court intervalle; les variations constatées ne sont dues qu'au travail des usines; le débit réel est compris entre les deux limites posées; il a donc été supérieur à 5<sup>m</sup><sup>5</sup>,24, et M. Colson a bien raisonné en le représentant par la moyenne des résultats obtenus, qui répond à 4<sup>m</sup><sup>5</sup>,65 par hectare et par jour.

Assurément ce produit n'est pas un minimum absolu, mais il ne saurait baisser beaucoup, ni longtemps, ni souvent, à cause de l'action régularisatrice des eaux souterraines; dans l'été de 1875 on eût trouvé une moyenne quelque peu inférieure à la précédente, et plus inférieure encore à l'arrière-saison des années 1864 et 1865.

Admettant que la pluie annuelle qui a précédé l'été de 1876 représentait 700 millimètres, ce qui ne peut sensiblement s'écarter de la vérité, le rendement de la Dyle relatif au produit précité de 4<sup>m</sup><sup>5</sup>,65 sera exprimé par la proportion :

$$\frac{0^m,700}{565} : 4^m,65 = 100 : x,$$

Soit par le rapport 24 p. c.; et, comme nous l'avons dit, il doit avoir été réalisé à peu près exclusivement par les sources.

Nous ne connaissons pas d'autres jaugeages de la Dyle que ceux qui viennent d'être rappelés.

On estimera d'après ce qui précède :

Que les débits ordinaires sont supérieurs à  $4^{\text{m}^3},65$  par hectare et par jour ;

Que les débits moyens sont encore plus élevés et dépassent bien certainement 5 mètres cubes.

Quant aux crues, nous attendrons pour en apprécier l'importance, l'examen d'autres cours d'eau pour lesquels nous possédons des données.

*Le bassin de la Senne* est fort inégal.

Son versant droit, à partir de la Thines, est constitué comme ceux de la Dyle, mais Bruxelles en tire la presque totalité de son eau alimentaire.

Le reste est défavorable.

Les plateaux méridionaux sont formés d'un limon gras superficiel qui repose directement, comme aux étendues de Seneffe, sur des terres compactes, ou plus généralement, comme à Arquennes, Feluy, Écaussines et Soignies, sur la roche condrusienne crevassée.

A l'aval, de larges rubans de roche ardennaise occupent les vallées jusque Hal, et tout le versant gauche rappelle les conditions mauvaises de l'Entre-Geete-et-Demer.

*Sources du Hain.* — C'est à la partie S.-N. du Hain, affluent droit de la Senne, que Bruxelles prit, en 1851, les sources de sa première distribution d'eau générale.

Le bassin de cette partie de la rivière, à l'embouchure du ruisseau le Chenois, mesure . . . . . 4,940 hectares ;  
En contre-bas des prises d'eau il y a . . . . . 710 »

Et en contre-haut il reste donc . . . . . 4,250 hectares.

Feu l'ingénieur Carez, jaugeant en 1851 la presque totalité des sources de quelque importance comprises dans cette superficie de 4,250 hectares, obtint 19,000 mètres cubes par 24 heures.

Les très petites sources, comme aussi les eaux de drainage et de suintements sortant des mêmes limites, furent écartées, bien qu'elles représentassent plusieurs milliers de mètres cubes journaliers.

Toutes les sources jaugées par Carez ne furent pas dérivées; d'autres, captées trop haut, n'entrèrent que partiellement dans les aqueducs, et dans les premières années il fallut corriger beaucoup de défauts donnant lieu à des pertes.

La distribution du Hain fut inaugurée en 1855, et quelque temps après commença une grande période de sécheresse, celle de 1855-58, qui eut pour effet de hâter l'achèvement des prises d'eau, fort incomplètes jusque-là.

Vint alors la période 1862-65, la plus aride de ce demi-siècle. Jusqu'en 1864, les sources avaient faibli mais avec une extrême lenteur, quand en juillet de cette année une dépression plus brusque s'accusa et fit descendre à 15,100 mètres cubes le volume total des sources acquises à ce moment. On visita les ouvrages, on fit les réparations, les désobstructions nécessaires, on abaissa quelques prises d'eau, on en construisit de nouvelles, et après cet ensemble d'opérations, le débit remontant à 14,580 mètres cubes et au-dessus dans la même année 1864, ne descendit plus en dessous de ce taux.

Outre ces eaux dirigées vers la capitale, il y en avait d'autres susceptibles d'être introduites dans l'aqueduc, qui jaugeaient 2,500 mètres cubes et roulaient au thalweg.

Le volume total des sources sortant du terrain en contre-haut des ouvrages de la Ville était donc de 16,880 mètres cubes et le produit journalier à l'hectare de

$$\frac{16,880^{\text{m}^5}}{4,250 \text{ H.}} = 4^{\text{m}^5}.$$

La sécheresse exceptionnelle qu'on venait de traverser, en abaissant extraordinairement la nappe liquide, prouva mieux que la précédente le défaut des prises d'eau pratiquées trop près de la surface; on fit les modifications que les circonstances permettaient, et la plus importante fut le remplace-

ment de la partie supérieure de l'aqueduc, longeant le Hain sur 2,200 mètres de développement, de la cote 106 à 120, par une galerie d'infiltration de 1,400 mètres de longueur à la cote moyenne de 107.

Ce travail eut pour effet : d'attirer en grande partie les sources déjà captées de Lillois-Witterzée par la portion d'aqueduc dont il s'agit, d'étendre plus loin l'influence des anciennes prises d'eau et d'augmenter en réalité le débit primitif, en temps sec, de 2,500 mètres cubes par jour.

C'est dans ces conditions qu'on aborda la période 1870-71, beaucoup moins humide que la moyenne.

Le moindre débit de l'aqueduc fut de 20,800 mètres cubes journaliers, dont 2,500 venaient de par delà les limites précitées des 4,250 hectares; mais 5,000 mètres cubes de sources non recueillies, jaugées à cette époque, sortaient de cette étendue, et le produit quotidien à l'hectare se releva donc à

$$\frac{21,500^{\text{m}^3}}{4,250 \text{ H.}} = 5^{\text{m}^3}.$$

Enfin, l'on eut à traverser la période de sécheresse intense de 1875-75.

Le minimum descendit à 19,700 mètres cubes, comprenant le supplément, 2,500 mètres cubes, fourni par la galerie de Lillois, mais non pas un volume quelque peu supérieur de sources non recueillies et se perdant par la vallée. Le produit unitaire le plus bas de l'époque s'abaissa dès lors à

$$\frac{19,700^{\text{m}^3}}{4,250 \text{ H.}} = 4^{\text{m}^3},6.$$

Ainsi, depuis un demi-siècle et dans ce bassin du Hain, l'un des mieux constitués de la Belgique ondulée, on observe :

Que le produit minimum *des sources* n'est guère descendu en dessous de 4 mètres cubes journaliers à l'hectare;

Que la moyenne a été supérieure à 5 mètres cubes et s'est approchée de 5<sup>m<sup>3</sup></sup> 1/2;

Que le produit moyen total de la rivière, comprenant et les sources et les *ruissellements superficiels*, a donc notablement dépassé  $5^{\text{m}5} 1/2$ ;

Que le rendement, en sources et à l'époque la plus aride, a été un peu inférieur à

$$\frac{4^{\text{m}5}}{0^{\text{m}},450 : 565} = 55 \text{ p. c.};$$

Que le rendement moyen, en sources exclusivement, peut être estimé à

$$\frac{5^{\text{m}5} 1/2}{0^{\text{m}},724 : 565} = 27 \text{ p. c.};$$

Que les rendements en eaux totales, beaucoup plus variables que les précédents, s'élèvent beaucoup plus haut comme moyenne générale;

Et qu'à raison des faits relevés dans les autres bassins, on doit peu s'écarter de la réalité en lui attribuant 50 p. c.

*Débits de la Senne en amont de Bruxelles.* — La Senne, prise dans son ensemble, tombe à des débits autrement réduits.

Le 6 août 1825, après une sécheresse exceptionnelle, Teichmann lui trouva  $1^{\text{m}5},574$  seulement à la seconde.

Nous avons vu, à propos de la Dyle, combien doivent être longues et minutieuses les opérations de jaugeage quand il s'agit de rivières bordées de nombreux moulins; nous n'osons mettre en doute que l'éminent ingénieur du Waterstaat n'ait pas tenu un compte suffisant de ces difficultés.

En 1864, la Commission des ingénieurs en chef, chargée des études pour le voûtement de la Senne, attribua à cette dernière et en amont de l'agglomération bruxelloise, un débit minimum de 4 mètre cube à la seconde.

Mais, d'une part, les sources du Hain étaient depuis longtemps dérivées, et en 1864, leur débit fléchit à 166 litres par seconde; d'autre part, les affluents supérieurs de la

Senne étaient déversés dans le canal de Charleroi et leur moindre débit est évalué de 400 à 500 litres par seconde.

En réintroduisant ces eaux dans la vallée principale, le produit total de la rivière, en amont de l'agglomération bruxelloise, eût donc été d'environ 1,600 litres, ce qui, pour les 78,700 hectares du bassin à cet endroit, représente un produit journalier à l'unité superficielle de 1<sup>m<sup>3</sup></sup>,75.

Quant au rendement qui résulte de ce chiffre comparé à une chute pluviale annuelle et minima de 450 millimètres, il s'abaisse à 14 p. c.

Les grandes eaux de la Senne, y compris la Sennette, ont aussi donné lieu à quelques déterminations intéressantes que nous résumons dans le tableau ci-après :

Années.	DATES des M A X I M A.	DÉBITS DE LA SENNE en amont de Bruxelles		REMARQUES.
		à la seconde.	par hectare et par jour.	
1839	5 juin.	(?)	(?)	} L'une des plus grandes inondations dont on ait gardé le souvenir; graves accidents; catastrophe de Burgt.
1850	17 août.	125m <sup>3</sup>	138m <sup>3</sup>	
1872	12-13 décembre	60	66	} Achèvement du voûtement de la Senne en 1871.
1876	18 février.	113	124	
1877	22 février.	58	63	
1878	7 novembre.	53	58	
1879	23 juillet.	61	66	
1880	22 décembre.	125	138	
1882	29 décembre.	56	61	

Le chiffre de 125 mètres cubes à la seconde de 1850, fut déterminé par M. Maus dans des circonstances difficiles et en vue de la construction du voûtement de la Senne à travers l'agglomération bruxelloise.

Ce n'est pas sans de grands efforts qu'il obtint les amples sections accordées depuis à cette œuvre remarquable, car le sacrifice était lourd pour la capitale et la dépense grossissait fortement avec l'augmentation des dimensions.

L'expérience acquise dans la suite et surtout celle de 1880, montre aujourd'hui combien l'honorable directeur général prit sagement ses mesures.

Le tableau qui précède prouve :

Que les produits à l'hectare, de 50 à 70 mètres cubes, arrivent à peu près tous les ans ;

Que deux fois en 10 ans ils atteignent ou dépassent 125 mètres cubes ;

Que le maximum, 140 mètres cubes environ, s'est présenté deux fois dans l'espace de 50 ans.

En aval de Bruxelles, les conditions hydrologiques de la rivière s'améliorent sur les deux versants, et son bassin s'accroît encore de 58,000 hectares pour atteindre une superficie totale de 116,700 hectares.

Pour ces raisons et à égalité de chutes pluviales, le débit minimum de la Senne se relève quelque peu, sans doute, de la capitale à l'embouchure ; son régime doit avoir une tendance à se régulariser, et ses produits de très grandes eaux se réduisent, apparemment, d'autant plus que la vallée s'élargissant, emmagasine davantage, ce qui rend les inondations moins brusques mais plus longues.

Si maintenant nous revenons à la *Dyle* pour en apprécier les grandes eaux à Louvain, nous dirons :

Que cette rivière en ce point présente un bassin peu différent, comme étendue, de celui de la Senne à Bruxelles ;

Qu'il est plus perméable, mais que ses thalwegs y prennent plus de pente, et que, relativement aux pluies, rien n'indique jusqu'ici qu'il en reçoive moins que la Senne.

Dès lors et en attendant des appréciations directes, il faut admettre pour la Dyle, à Louvain, un produit maximum à l'hectare d'environ 140 mètres cubes par 24 heures, ce qui revient à un débit journalier de 11 à 12 millions de mètres cubes.

**La Dendre.** — Le bassin de la Dendre est plus plat que celui de la Senne; ses versants, ses thalwegs ont moins de pente; ses terrains présentent partout en amont d'Alost, où son étendue comprend 120,000 hectares, les circonstances défavorables du versant gauche de la Senne, savoir : sol peu perméable, réserves souterraines sans importance et déperdition probable d'eau par la roche en sous-sol des plateaux supérieurs.

En aval d'Alost, le bassin de la rivière devient sableux au sol comme au sous-sol, et ses versants ne se développent plus que sur 20,000 hectares pour acquérir, à l'Escaut, une superficie totale de 140,000 hectares.

Relativement aux *débits*, citons quelques indications recueillies de divers côtés.

Vifquain rapporte que le *Ruisseau de Lens*, affluent droit supérieur, écoula aux étangs de ce nom :

En octobre 1784, après 5 mois de sécheresse, 8,985 mètres cubes par 24 heures;

En septembre et octobre 1821, 25,040 mètres cubes par 24 heures.

Le bassin du ruisseau, mesurant 4,096 hectares à l'endroit du jaugeage, on obtint respectivement ainsi 2<sup>m<sup>5</sup>,2</sup> et 5<sup>m<sup>5</sup>,6</sup> à l'unité superficielle.

Dans le recueil officiel : *Les voies navigables de la Belgique*, on lit que la Hunelle, autre affluent droit supérieur qui alimente le canal d'Ath à Blaton, produit — en étiage proba-

blement — de 12,000 à 14,000 mètres cubes par jour, ce qui revient à 5<sup>m3</sup>,5 à l'hectare.

Les débits habituels de la Dendre, observés à l'écluse d'Isière par les ingénieurs de l'État, seraient d'environ 4 mètres cubes à l'unité superficielle, et atteindraient jusqu'au double de cette quantité si l'on s'en rapportait aux renseignements fournis par les usiniers de l'amont et de l'aval.

Les hautes eaux, appréciées en décembre 1880 par les mêmes ingénieurs, accusèrent les débits ci-après :

LIEUX des JAUGEAGES.	BASSINS.	D É B I T S		
		à la seconde.	par 24 heures.	par hectare et par jour.
Grammont . . . . .	Hectares. 80,000	m <sup>3</sup> 114.5	m <sup>3</sup> 9,892,800	m <sup>3</sup> 123
Alost . . . . .	120,000	96.5	8,337,600	70
Wieze . . . . .	125,000	80.	6,912,000	55

Nous voyons donc qu'à Grammont les grandes crues de la Dendre engendrent des produits unitaires presque aussi élevés que ceux de la Senne en amont de Bruxelles, mais que plus bas, l'épanouissement de la vallée et l'adoucissement de sa pente dépriment de plus en plus et rapidement ces valeurs.

Quant aux minima des périodes très arides, il paraît certain qu'ils descendent en dessous de ceux de la Senne observés dans le voisinage de la capitale.

LA LYS ET LE HAUT-ESCAUT.

**Bassins de la Lys et de l'Escaut.** — Les versants de la *Lys* ont plus de pente et des étendues moindres, de moitié environ, que ceux du Haut-Escaut.

Ses sources supérieures, en France, sortent de terrains crayeux qui occupent peu de place dans son bassin.

Bientôt en aval, le sol devient limoneux ou argileux, appuyé sur l'argile compacte et imprégné d'une eau instable dont la nappe très oscillante est trop rapprochée de la surface.

Cette situation persiste avec peu de variantes jusqu'à Courtray.

Plus loin, les deux versants de la rivière, sableux au sol, acquièrent plus de perméabilité, mais en beaucoup de points la nappe liquide n'est pas encore assez profonde pour permettre à la surface d'être énergiquement absorbante.

A l'inverse de la Lys, le *Haut-Escaut* a son bassin français largement occupé par le crétacé, et il est probable que cette zone, la plus avantageuse au point de vue de l'absorption des pluies, abandonne une partie de son eau à des couches artésiennes.

De Valenciennes à Tournai, les versants du fleuve vont de la craie au limon, aux sables argileux, à l'argile et à la roche calcaire, n'offrant partout que peu de perméabilité et des eaux souterraines très inconstantes.

Plus bas, jusque près d'Audenarde, c'est encore l'élément argileux qui domine au sol.

En aval, mais sur de très faibles étendues relatives, la surface acquiert un peu plus de perméabilité, et ce n'est que dans le voisinage de Gand que le sable finit par l'emporter.

Le bassin du Haut-Escaut est donc, hydrologiquement, très mal conditionné.

*Débits de la Lys.* — Le corps des Ponts et Chaussées, dans son recueil déjà cité, rapporte des observations importantes faites au sujet des débits de la Lys, au barrage de Vive-Saint-Éloi.

En ce point, le bassin de la rivière contient :

En France . . .	275,000	hectares;
En Belgique. . .	45,000	»
En tout . . .	<hr/> 320,000	»

Les résultats obtenus nous ont permis de dresser le tableau suivant :

ÉTATS DE LA LYS.	DÉBITS à la seconde.	DÉBITS en 24 heures.	PRODUITS par hectare et par jour.	OBSERVATIONS.
Niveau le plus bas pendant les grandes sécheresses de 1857-58 . . . . .	2 <sup>m</sup> 5.400	<sup>m</sup> 5 207.360	0 <sup>m</sup> 5.648	Période la plus sèche à Gand.
Très basses eaux . . . . .	3.822	330 264	1.032	
Niveau habituel . . . . .	7.374	637.156	1.990	
Niveau maximum moyen d'été, hormis des crues d'orages . . . . .	12.500	1.080.000	3.380	} 4/5 de millim. seulement par hectare.
Crues ordinaires . . . . .	70.	6.048.000	19.	
Crue extraordinaire de 1872, la plus grande bien connue.	243.	20.995.200	65.600	} 6 <sup>mm</sup> 4/2 seulement par heect.

Depuis un demi-siècle, la période la plus sèche que l'on ait eue à Gand, comme dans tout le bassin de la Lys et de l'Escaut, paraît avoir été celle de 1857-58. A cette époque, la plupart des petits affluents de ces rivières tarirent, et il y eut une gêne immense dans toutes les étendues qu'elles parcourent.

Si l'on se souvient du minimum de la Gileppe, 270 litres à l'hectare et de celui du Demer, 850 litres; si l'on considère que le bassin de ce dernier cours d'eau est plus en état d'emmagasiner que celui de la Lys, on ne s'étonnera pas du faible produit unitaire, 648 litres, relevé à Vive-Saint-Éloi.

Ce chiffre est une exception; il rappelle une calamité qui ne sévit qu'à de très rares intervalles, et comme la moindre hauteur annuelle d'eau tombée dans le bassin en question

ne doit pas différer sensiblement de 400 millimètres, il accuse un rendement d'environ 6 p. c.

Le minimum qui importe beaucoup plus au batelage, c'est celui des très basses eaux, c'est *l'étiage*, qui revient à peu près tous les ans pendant quelques jours et auquel correspond  $1^{\text{m}^5},052$  seulement l'hectare.

Les autres valeurs relatives à des niveaux plus élevés paraissent extraordinairement basses.

Ainsi, les niveaux habituels ne donnent que  $1^{\text{m}^5},99$ , ce qui représente  $12\ 1/2$  p. c. de la hauteur moyenne et annuelle d'eau tombée, que l'on estime à 620 millimètres.

Aux niveaux maxima d'été, qui selon toute apparence marquent un état de beaucoup supérieur à la moyenne générale, on n'obtient que  $5^{\text{m}^5},580$  à l'hectare, ou 20 p. c. seulement de la chute pluviale précitée.

On est déjà menacé d'inondation pour le produit de 19 mètres cubes à l'hectare !

Et la plus grande crue bien connue n'a fourni que  $65^{\text{m}^5},6$ , répondant à une couche d'eau générale de  $6\ 1/2$  millimètres, alors que l'on a constaté pour la Senne près de 140 mètres cubes.

Les débits infimes du bassin de la Lys aux périodes arides s'expliquent par la faible hauteur de pluie qu'il reçoit, par la nature retentive de la surface, par la lenteur des écoulements superficiels qui donnent prise à une vaporisation considérable et par l'insignifiance des provisions du sous-sol.

Les débits si peu élevés des temps de crue pour un bassin tel que celui qui nous occupe, ne se comprend que par le défaut de pluies copieuses suffisamment générales, ainsi que par la largeur et la faible pente de la vallée.

En aval de Vive-Saint-Éloi, la Lys possède encore 47,500 hectares de versants, qui reçoivent beaucoup plus d'eau qu'à l'amont et qui sont constitués pour les rendre à la rivière avec plus de régularité.

Arrivée à Gand, son bassin comporte donc 567,500 hec-

tares, et ses débits au moment de sa jonction avec l'Escaut peuvent être estimés comme suit :

En étiage ordinaire, plus de  $367,500^h \times 1^{m53} = 378,525^{m5}$  par  $24^h$ ;  
 Aux niveaux habituels, plus de  $367,500^h \times 2^{m5} = 735,000^{m5}$  id ;  
 Aux crues extraordinaires, environ  $367,500^h \times 65^{m5} = 23,887,000^{m5}$  id.

*Débits de Haut-Escaut.* — Au sujet des débits du Haut-Escaut, nous tenons des renseignements précieux de l'honorable M. Morel, directeur général actuel des Ponts et Chaussées.

En 1853, lors des conférences internationales pour la navigation, M. Bosquillon, ingénieur en chef à Lille, évaluait le débit du fleuve, par les crues moyennes et près de la frontière belge, à 48 mètres cubes par seconde, chiffre qui ne souleva aucune objection.

Dans un mémoire publié en 1847, M. Wolters, ingénieur en chef à Gand, donna les quantités qui suivent comme représentant les moyennes de nombreuses observations sur les débits du Haut-Escaut immédiatement en amont de cette ville :

En basses eaux,	14 <sup>m5</sup> ,68	par seconde;
Par les crues moyennes,	64 <sup>m5</sup> ,70	id.;
Aux très grandes crues,	96 <sup>m5</sup> ,58	id.

En 1858, du 4 avril au 19 juillet, des observations furent faites trois fois par jour, au barrage-déversoir d'Hergnies situé à quelques kilomètres en amont de la frontière belge et de l'embouchure de la Scarpe; on obtint les résultats ci-après :

Débit moyen d'avril,	5 <sup>m5</sup> ,70	par seconde;
id. de mai,	5 <sup>m5</sup> ,47	id.;
id. de juin;	2 <sup>m5</sup> ,42	id.;
id. de juillet,	2 <sup>m5</sup> ,69	id.

Minimum absolu durant cette période : 2 mètres cubes par seconde;

Maximum absolu durant la même période : 4<sup>m5</sup>,68 par seconde.

Enfin, lors des crues exceptionnelles de l'hiver 1871-72, l'Escaut débita :

Entre la frontière et Tournai, 140 mètres cubes par seconde ;

En amont de Gand, 172 id.

Au moyen de ces données, traçons le tableau qui suit :

ÉTAT DU FLEUVE, ÉPOQUES des observations.	BASSINS hydrographiques.	DÉBITS à la seconde.	DÉBITS par 24 heures.	PRODUITS à l'hectare et par jour.	Observations.
Les plus basses eaux connues à Hergnies ; avril à juillet 1858. . .	Hectares. 330.000	2m5.00	m5 172.800	0m5.524	} La sécheresse à Gand a persisté pendant les 4 an- nées : 1855-56-57 et 58.
Basses eaux à Gand, avant 1847, moyenne d'un grand nombre d'observations .	682.800	14.68	1.268 352	1.850	
Crues moyen- nes à la frontière belge, avant 1833.	476.000	48.00	4.147.200	8.700	} A Gand, les an- nées 1846 et 47 ont été sèches.
Crues moyen- nes à Gand, avant 1847 . . . . .	682.800	64.70	5.550.080	8.100	
Moyenne des très grandes eaux à Gand, avant 1847 . . . . .	id.	96.58	8.344.512	12.220	
Très grandes eaux entre la fron- tière et Tournai, hiver 1871-72 .	480.000	140.0 0	12.096.000	27.250	} En 1872, il est tombé à Gand 1559 <sup>mm</sup> d'eau.
Id. en amont de Gand . . . .	682.000	172.00	14.860.800	21.760	

Le minimum absolu, 524 litres à l'hectare, a donc été plus faible encore pour l'Escaut que pour la Lys, ce que l'on peut attribuer : soit aux moindres pluies que reçoit son

bassin, soit à l'évaporation plus notable des eaux superficielles par suite de leur cheminement plus lent et plus long, soit aux pertes souterraines par ses terrains crayeux de France, soit à ces causes réunies.

Pendant la période extrêmement aride dont il s'agit et qui sévissait depuis quatre années, de vastes étendues de champs crevassés portant une végétation languissante trahissaient cette ère de désolation ; de nombreux ruisseaux perdirent toute alimentation ; la presque totalité des eaux de la Scarpe fut dirigée vers Lille par le canal de la Deule et le reste limité aux eaux d'éclusage seulement descendait au fleuve ; la navigation par bords d'eau devint impossible pendant des mois entiers ; c'est alors que furent entamées les études de la canalisation de l'Escaut au moyen d'écluses à sas, et de l'excès du mal naquit au moins cette conséquence heureuse.

Alors que la Lys, en très basses eaux, fournit à Gand  $1^{\text{m}^3},05$  à l'hectare, le Haut-Escaut, au même lieu, mais en basses eaux, produit  $1^{\text{m}^3},850$ , soit à peu près le chiffre des niveaux habituels de l'affluent.

Nous trouvons étrange que les crues ordinaires de la Lys pussent être déterminées par un produit unitaire de 19 mètres cubes ; mais de pareilles crues dans l'Escaut sont provoquées par moins de la moitié de ce volume.

Aux très grandes eaux du fleuve, les 22 mètres cubes à l'hectare, en amont de Gand, ne représentent que le tiers environ du produit unitaire de la Lys dans les mêmes circonstances, ou le sixième à peu près de celui relevé à la Senne, ou moins du huitième de celui de la Vesdre ; ce chiffre de 22 mètres cubes correspond à une couche d'eau de  $2^{\text{mm}},2$ , soit moins de la moyenne journalière de la pluie qui tombe à l'endroit du jaugeage.

Tandis que le rapport du minimum au maximum est de 1 à 100 pour la Lys, il se limite à 1 sur 40 pour l'Escaut ; l'étendue plus considérable du bassin de ce dernier tend à régulariser tous les débits ; mais les résultats si infimes constatés pour les grandes eaux ne peuvent provenir que de la faiblesse relative des pluies générales de la contrée, des

pentcs plus réduites encore du thalweg et de la largeur du fond de la vallée capable d'emmagasiner ainsi d'énormes volumes d'eau qu'elle abandonne peu à peu.

Tablant sur ce qui précède, nous évaluerons comme suit les débits journaliers du fleuve grossi de la Lys, qui non dérivés peuvent atteindre l'agglomération gantoise :

1° En étiage :

Pour la Lys, plus de	367,500h. $\times$ 1 <sup>m<sup>5</sup></sup> ,03 =	378,525 <sup>m<sup>5</sup></sup> ;
Pour le Haut-Escaut, plus de	682,800h. $\times$ 1 <sup>m<sup>5</sup></sup> ,03 =	703,284 <sup>m<sup>5</sup></sup> ;
	Soit plus de	<u>1,081,809<sup>m<sup>5</sup></sup>;</u>

2° Aux niveaux habituels :

Pour la Lys, plus de	. . . 367,500h. $\times$ 2 <sup>m<sup>5</sup></sup> =	735,000 <sup>m<sup>5</sup></sup> ;
Pour le Haut-Escaut	. . . 682,800h. $\times$ 2 <sup>m<sup>5</sup></sup> =	<u>1,365,600<sup>m<sup>5</sup></sup>;</u>
	Soit plus de	2,100,600 <sup>m<sup>5</sup></sup> ;

5° Aux crues extraordinaires :

Pour la Lys	. . . . . 367,500h. $\times$ 65 <sup>m<sup>5</sup></sup> =	23,887,000 <sup>m<sup>5</sup></sup> ;
Pour le Haut-Escaut	. . . 682,800h. $\times$ 21 <sup>m<sup>5</sup></sup> =	<u>14,338,000<sup>m<sup>5</sup></sup>;</u>
	Soit . . . . .	38,225,000 <sup>m<sup>5</sup></sup> ,

ou 440 mètres cubes à la seconde.

**L'Yser.** — A l'O. de ces cours d'eau considérables on ne découvre plus que l'Yser, dont le bassin total de 89,500 hectares, assez fortement ondulé dans sa moitié supérieure, est à peu près complètement formé de terres compactes argileuses ou limoneuses, sauf une partie du versant droit qui à l'état sableux offre quelque perméabilité.

Il est probable qu'à cause du voisinage de la mer, les pluies reçues par ce bassin, sans être plus copieuses, sont plus régulières que celles du bassin de la Lys; nous ignorons s'il existe une représentation du régime de ce petit fleuve, mais on le sait d'une irrégularité extrême, et en l'absence de tout jaugeage connu, nous pensons qu'il faut lui supposer des produits à l'hectare moindres en étiage et plus grands par les crues que ceux déterminés pour la Lys.

EAUX DE ZONES SABLEUSES DU NORD.

**Conditions des bassins.** — Aux zones sableuses du nord, se développent les deux Nèthes, la Durme et d'autres rivières moins importantes, comme le Grand Schyn, qui aboutit à Anvers, et la Waardamme, qui traverse Bruges.

On ignore jusqu'ici le régime des pluies dans cette région ; elles doivent être à la fois plus abondantes et plus régulières à l'O. qu'à l'E. de l'Escaut maritime ; partout le sol est très perméable par nature et aux endroits favorables on voit même les averses passer rapidement en terre ; mais la nappe liquide est en général très rapprochée de la surface et dès lors cette dernière devient peu absorbante. D'un autre côté et notamment aux étendues campinoises, la couche aquifère a pour base l'argile du Rupel, qui penche fortement au nord et offre aux eaux qu'elle supporte un plan incliné qui les sollicite à glisser vers la Hollande, pour déboucher en partie aux points les plus bas de ce pays. Il en résulte que, malgré les meilleures apparences, la plupart des cours d'eau de ces zones ont des allures si capricieuses qu'on les prendrait pour des rivières de bassins argileux.

Disons le peu que nous savons des observations qu'on y a faites.

*Le Grand Schyn.* — Il est étrange que le Grand Schyn, qui depuis des siècles rendit tant de services à notre métropole commerciale, ne fut jamais l'objet d'aucune détermination sérieuse. Tout ce qu'on en rapporte, c'est qu'il est très variable, donnant d'infimes débits aux époques de sécheresse, d'abondants écoulements aux périodes humides et que ses allures sont fort désagréables pour les riverains.

**Fossés du camp retranché d'Anvers.** — En 1868-69, une Commission technique ayant à étudier des projets de prise d'eau par galerie souterraine à pratiquer à l'E. de l'agglomération anversoise, utilisa les fossés de l'enceinte

pour estimer ce que produit, en eau de source, l'hectare de terrain sableux du camp retranché. Le niveau d'eau ayant été abaissé dans ces fossés, l'écoulement en fut interrompu, l'eau y remonta d'une quantité déterminée dans un temps connu et l'on crut pouvoir raisonner comme suit (fig. 49) :

$F$  étant l'un de ces fossés, large de 60 mètres,  $FC$  le versant sableux,  $C$  sa crête et  $D$  sa largeur égale à 1,600 mètres; tout relèvement  $r$  du niveau dans le fossé proviendra du versant, et si l'on considère une longueur élémentaire de 1<sup>m</sup>,00, le produit par mètre carré de ce versant sera exprimé en mètres cubes par :

$$\frac{L \times 1^m \times r}{D}$$

Procédant de la sorte, la Commission trouva 5<sup>m</sup>5,55 par hectare et par jour.

Mais cette théorie ne tient pas.

La couche aquifère d'alimentation du fossé n'existe-t-elle pas à gauche aussi bien qu'à droite? Evidemment, puisque ce fossé plonge de toute sa section dans les sables.

Est-il certain que la crête du terrain correspond à la crête de la nappe liquide sous-jacente? Nullement, et l'écart peut être sensible.

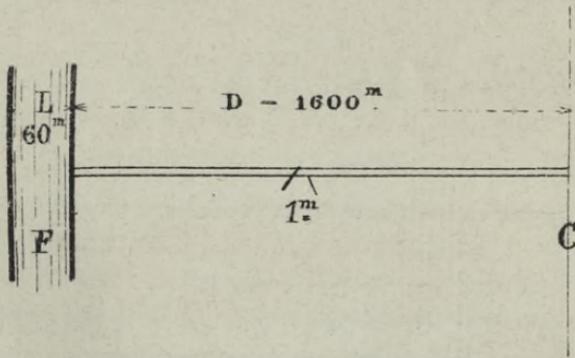
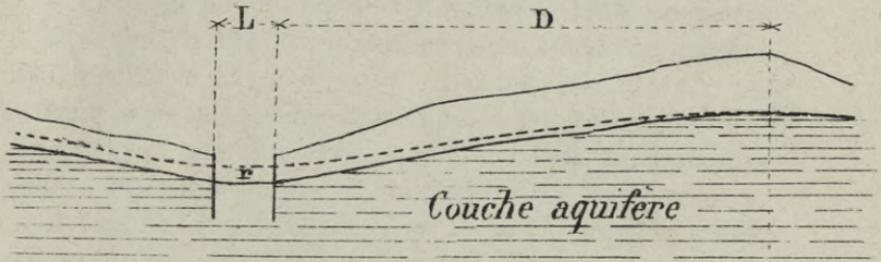
On n'a pas fait attention, d'autre part, qu'à tout relèvement de l'eau dans le fossé correspond un exhaussement de la nappe aquifère, qui engendre un prisme triangulaire ayant pour base  $\frac{1}{2} rD$  et pour hauteur la longueur élémentaire 1<sup>m</sup>00.

Des essais multiples nous ont appris que du sable moyen fortement tassé dans un hectolitre peut absorber jusque 40 litres d'eau, dont 25 sortent aisément par le drainage.

Et maintenant si, comme la Commission, nous négligeons ce qui se passe au versant gauche, la formule précédente rectifiée devient la suivante :

$$\frac{L \times 1^m \times r}{D} + \frac{r \times D \times 1^m}{2 \times 4 \times D}$$

Fig. 19.





Or,  $D = 24 L$ ; le premier terme de cette somme représente l'eau accumulée dans le fossé; le second terme, triple du premier, l'emmagasinement en sous-sol, et l'ensemble montre que le produit par hectare et par jour, dans les sables dont il s'agit, serait non pas  $3^{\text{m}5},55$ , mais quatre fois cette quantité.

Nous ne prétendons pas que ce dernier produit soit le véritable et n'avons fait ici que vérifier une méthode de détermination suivie.

Pour apprécier par les fossés dont on disposait les effets du drainage que l'on avait en vue, il fallait, au moyen de déversoirs, par exemple, y maintenir l'eau longuement au niveau qu'elle devait prendre dans la galerie projetée, jauger d'une manière continue les volumes évacués, niveler la nappe aquifère influencée, mesurer les entonnoirs ou bassins des fossés draineurs et placer leurs superficies en regard des débits correspondants obtenus.

**Les Nèthes.** — Le tableau qui suit renseigne quelques résultats de jaugeages de la *Grande Nèthe*, effectués, le premier par M. Mourlon, les autres par M. Lumen :

DATES.	ENDROITS des JAUGEAGES.	BASSINS.	DÉBITS	
			par 24 heures.	par hectare.
12 juin 1864.	Westmeerbeek.	Hectares. 42,000	m <sup>3</sup> 55,000	m <sup>3</sup> 1.3
26 juin 1868.	Westerloo.	40,450	64,800	1.6
27 juin 1868.	Gestel.	65,460	105,120	1.6
5 janvier 1869.	Westerloo.	40,450	672,480	16.7
5 janvier 1869.	Hellebrug.	65,140	1,265,760	19.4

Le jaugeage à Westmeerbeek fut pratiqué par flotteur; l'opérateur choisit une bonne position où l'eau coule dans un

lit rectiligne de pente uniforme; mais un vent N.-N.-O., soufflant à raison de 1/2 kilogr. par mètre carré, retarda la marche de l'instrument. Le résultat obtenu, 1<sup>m</sup> ,5 à l'hectare dans la période la plus aride dont on se souvienne au milieu de ces landes, serait donc en dessous de la vérité et notablement supérieur aux minima du Haut-Escaut, de la Lys, du Demer, peut-être même de la Dendre et de la Senne.

D'après le tableau, le minimum d'année très sèche pris à l'unité superficielle, s'abaisserait donc tout au plus à 1<sup>m</sup><sup>5</sup>,5; en étiage ordinaire l'on aurait apparemment plus de 2 mètres cubes; la moyenne générale s'élèverait beaucoup plus haut, et quant aux grandes eaux, elles sont considérables, si l'on en juge par les rapides débordements qu'engendrent les pluies quelque peu persistantes.

La Grande Nèthe est desservie par . . .	71,900 H.;
La Petite Nèthe, au sujet de laquelle nous ne connaissons pas un seul jaugeage, mais qui donne lieu à des observations analogues aux précédentes, possède un bassin plus grand . . .	76,600 H.;
La Nèthe inférieure draine encore . . .	14,000 H.;
Ensemble . . .	159,500 H.;

Et cette vaste superficie procure à l'embouchure de la rivière un volume journalier qui, en basses eaux ordinaires, doit dépasser 500,000 mètres cubes.

**Le Rupel.** — Le Rupel n'est en réalité qu'un collecteur d'un développement de 12 kilomètres environ, qu'alimentent les bassins suivants :

Celui du Demer . . . . .	227,100 H.;
De la Dyle supérieure . . . . .	86,600 H.
De la Dyle inférieure . . . . .	55,500 H. 122,100 H.;
De la Senne . . . . .	416,700 H.;
Des Nèthes . . . . .	159,600 H.;
Des versants directs du Rupel . . . . .	26,500 H.;
Ensemble . . . . .	652,000 H.

D'après les résultats des jaugeages précédemment rapportés du Demer, de la Dyle, de la Senne et de la Nèthe, nous inclinons à croire que les produits du Rupel à l'hectare peuvent être présentés comme suit :

Pour l'étiage d'année moyenne, plus de 2 mètres cubes ;  
Pour les niveaux ordinaires, environ 5 »  
Et pour les plus hautes eaux, environ 100 »

**La Durme.** — Le bassin de la Durme, qui s'étend sur 77,000 hectares, est presque partout sableux ; mais là encore la nappe aquifère oscillant fort près du sol, rend la surface faiblement absorbante, et d'innombrables fossés et rigoles qui regorgent d'eau par les temps humides drainent rapidement les réserves du sous-sol quand il fait sec. Nul doute conséquemment que le régime de cette rivière ne soit irrégulier, et à moins que ses versants ne reçoivent plus d'eau que ceux de la Nèthe, ce qui est probable, ses produits à l'hectare ne paraissent pas devoir dépasser ceux de cette dernière.

Enfin, à l'O. de la région de sables que nous parcourons, il n'y a plus guère à signaler que les petites rivières qui rayonnent vers Bruges et qui autrefois aboutissaient au Zwyn.

On ne s'est jamais préoccupé de les jauger ; leurs conditions hydrologiques sont certainement meilleures que celles de la Durme et des Nèthes et leurs produits unitaires moins variables et plus élevés.

#### BAS-ESCAUT ; ESCAUT-MARITIME.

**Conditions des bassins ; leurs produits.** — Revenons à l'Escaut.

Au sortir de Gand, il fournit à l'hectare :

En très basses eaux plus de . . . . . 1 mètre cube ;

En moyennes eaux plus de . . . . . 2 »

En très hautes eaux près de . . . . . 36 »

Mais le Haut-Escaut et la Lys alimentent dans une faible mesure les canaux de l'O. et du N. de la ville, et aux époques de crue ces ouvrages servent de décharge pour éviter l'inondation des rives.

En quittant la cité gantoise, le fleuve, — qui devient Bas-Escaut, — a donc réduit son débit d'une portion minime par les temps ordinaires, considérable dès que les hauts niveaux deviennent menaçants.

De là à Termonde, ses nouveaux versants reçoivent plus de pluie, sont mieux constitués que ceux de l'amont et tendent à relever tous les produits unitaires qui précèdent.

La Dendre, bien que très variable, améliore néanmoins le régime de l'Escaut.

A l'aval, les circonstances régularisatrices s'accusent davantage et c'est dans ces conditions que se présente le bassin de la Durme.

Puis il est rejoint par le Rupel, qui lui apporte les volumineux tributs des rivières de l'E., où les périodes diversement humides ne se suivent pas en concordance avec celles des zones de l'O.

Ces divers bassins amènent, par les plus grandes crues, d'énormes contingents qui peut-être atteignent 100 mètres cubes à l'hectare.

En aval du Rupel le fleuve prend le nom d'Escaut-Maritime.

Jusqu'à Anvers il ne reçoit plus que de petits affluents qui parcourent des sables, et au delà, jusqu'à la mer, il avance lentement à travers des plaines alluviales presque toujours humides et par conséquent très peu perméables.

Depuis l'agglomération gantoise le bassin de l'Escaut acquiert successivement les superficies suivantes :

A l'aval de cette ville . . . . .	1,050,000 H.;
A Termonde, avant la Dendre . . . . .	1,090,000 H.;
Id. après id. . . . .	1,250,000 H.;
A l'embouchure de la Durme . . . . .	1,556,000 H.;
A l'embouchure du Rupel. . . . .	2,084,000 H.;
Devant Anvers . . . . .	2,094,000 H.

Nous pensons que les produits unitaires de l'Escaut maritime peuvent être estimés :

A 2 mètres cubes à peu près, en très basses eaux ;

A 5 mètres cubes environ comme moyenne générale,

Et à 50 mètres cubes en très hautes eaux, malgré les dérivations que dans ces cas on effectue autour de Gand.

**Effet des marées.** — Les marées modifient profondément le régime de l'Escaut-Maritime, du Bas-Escaut et des portions inférieures de tous leurs affluents jusqu'à Termonde.

Devant nos côtes, les amplitudes de ces marées décroissent de la Manche à la Hollande ; elles montent durant environ 5 1/2 heures et descendent durant 6 1/2 heures.

Alors que les niveaux moyens de vives eaux ordinaires oscillent :

A Nieuport de . . . . . + 0,12 à 4<sup>m</sup>,96;

Ils vont à Ostende de . . . . . 0,00 à 4<sup>m</sup>,20;

A Blankenberghe de . . . . . + 0,02 à 5<sup>m</sup>,60;

Et à Flessingue de . . . . . — 0,05 à 5<sup>m</sup>,55;

En remontant l'Escaut occidental, ces amplitudes s'accroissent au contraire jusqu'au voisinage de Doel, où elles passent de . . . . . — 0,11 à 4,18.

Plus loin, la ligne tangentielle des marées hautes continue à s'élever insensiblement, mais celle des marées basses monte plus rapidement.

Déjà devant Anvers elles se rapprochent de + 0,08 à 4<sup>m</sup>,26.

En amont leurs écarts se réduisent davantage, et finalement ces lignes se confondent aux cotes approximatives de 5 à 5 1/2.

C'est ainsi que, non retenues par des barrages, les marées s'éteignent :

Sur l'Escaut en aval de Gand ;

Sur la Durme en amont de Lokeren ;

Sur les Nèthes en amont de Lierre ;

Sur la Dyle en amont de Malines ;

Sur la Senne près de Weerde ;

Sur la Dendre entre Termonde et Alost.

**Tableau résumant les observations de M. le Lieutenant de vaisseau Petit, sur l'Escant, le Rupel et la Durme.**

COURS D'EAU et lieux des jaugeages.	BASSINS hydrogra- phiques.	ÉPOQUE des observations.	Durées moyennes et vitesse moyennes à la minute.		DÉBITS EN 24 HEURES				OBSERVATIONS.
			du flot.	du jusant.	de deux flots.	de deux jusants.	des eaux douces.	PRODUIT par hectare et jour.	
<b>La Durme.</b>	Hectares. 77.000	9 au 29 octobre 1879	5 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> 6	7 <sup>h</sup> 31 <sup>m</sup> 7	m <sup>3</sup> . 7.304.000	m <sup>3</sup> 8.013.116	m <sup>3</sup> 709.116	9m <sup>3</sup> 4/4	
<b>Le Rupel</b>	652.000		5 <sup>h</sup> 30 38 <sup>m</sup> 00		19.542.600	9.138.000	14m <sup>3</sup>		
<b>L'Escant</b>									
à Termonde, en aval de la Dendre.	1.230.000	1 août, au 19 sept. 1876.	4 <sup>h</sup> 45 34 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 32 <sup>m</sup> 00	7.059.042	7.726.130	667.084	0m <sup>3</sup> .54	De Termonde à Saint- Amand, les versants de l'Escant présentent 3,800 hectares. Chaque hectare de ces versants aurait donc produit, en eau douce, 306 mètres cubes par jour?
à S'-Amand, entre Dendre et Durme.	1.233.800	21 juin, au 23 juillet 1876.	5 <sup>h</sup> 15 39 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 37 <sup>m</sup>	12.892.608	14.343.326	1.450.718	1.17	
à Tamise, en aval de la Durme.	1.366.000	Étés de 1875 et 1876.	5 <sup>h</sup> 30 44 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 51 <sup>m</sup>	49.274.876	55.802.800	6.527.924	4.6	
à Hemixem, en aval du Rupel.	2.084.300	22 au 30 sept. 1876.	5 <sup>h</sup> 30 44 <sup>m</sup>	7 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	73.178.506	88.845.388	15.666.882	7.5	
à Anvers (amont)	2.093.300	mai 1879.	5 <sup>h</sup> 45 45 <sup>m</sup>	6 <sup>h</sup> 45 52 <sup>m</sup> 7	114.178.710	133.372.284	19.193.574	9.2	D'Anvers à Lillo, les versants de l'Escant pré- sentent 28,700 hectares. Chaque hectare de ces versants aurait donc pro- duit, en eau douce, 226 mètres cubes par jour?
à Lillo.	2.122.000	14 juin au 23 juillet et du 25 juillet au 3 août 1877.	5 <sup>h</sup> 45 39 <sup>m</sup> 30	6 <sup>h</sup> 30 48 <sup>m</sup>	184.230.010	209.914.268	25.684.258	12.1	

Tandis que dans l'Escaut-Maritime le débit moyen d'eau douce ne doit pas différer beaucoup de 10 à 11 millions de mètres cubes par 24 heures, feu Stessels, après de longues observations, établit que le flot, par ses deux venues journalières, fait passer :

Devant Flessingue, près de 750 millions de mètres cubes ;  
Devant Anvers, près de 110 millions de mètres cubes ;  
Et en remontant, des débits de plus en plus réduits, jusqu'aux jonctions précitées des lignes de marée haute et de marée basse.

Le successeur de Stessels, M. le lieutenant de vaisseau Petit, opérant à son tour sur le fleuve, de Lillo à Termonde, fit depuis une série de déterminations intéressantes que résume le tableau ci-contre et sur lesquelles il convient d'attirer l'attention.

Nous voyons que cet officier effectua ses jaugeages pendant les étés de 1875 à 1879 ; qu'il mesura directement les débits de flot et de jusant en divers points convenablement choisis et qu'il déduisit, par différence, les volumes d'eau douce passant à ces mêmes points.

Or les années précitées reçurent des hauteurs d'eau très dissemblables :

1875, à Bruxelles, fut sèche et précédée de deux années plus arides ; à Gand on recueillit plus d'eau et 1874 y fut humide ;

1876 et 1877 furent pluvieuses tant à Gand qu'à Bruxelles ;

1879 se présenta des deux côtés dans des conditions un peu en dessous de la moyenne, mais trois années pluvieuses la précédèrent.

Si l'on pouvait étendre ces caractères à tout le bassin de l'Escaut, on dirait que pendant l'été de 1875 le fleuve a dû produire de faibles débits qui, dans la suite, se sont fortement relevés.

On sait, d'autre part, que les jaugeages des cours d'eau sont des opérations très difficiles : rarement on les réussit à 5 p. c. près sur des canaux ordinaires réguliers ; la difficulté augmente avec l'importance et le défaut d'uniformité du

chenal mouillé, avec la vitesse du courant, avec toutes les circonstances capables, comme dans les rivières à marée, de modifier et de renverser les courants.

Dans ce dernier cas, l'opérateur doit s'estimer heureux s'il obtient ses résultats à 10 p. c. près, par exemple.

Mais si présentement cette approximation est très suffisante pour les déterminations directes, pour les débits de flot et de jusant, elle peut conduire pour les résultats obtenus par différence, qui concernent l'eau douce, à d'énormes erreurs.

Ainsi le débit journalier d'eau douce trouvé à Termonde par M. Petit n'est que de 667,000 mètres cubes; mais suivant qu'on se sera trompé de 10 p. c. en plus ou en moins, soit au flot, soit au jusant, soit aux deux côtés à la fois, ce débit sera doublé, triplé, annulé ou rendu négatif.

A Termonde le produit à l'hectare serait, d'après la méthode suivie, de 0<sup>m</sup><sup>s</sup>,540, et à quelques kilomètres en aval, à Saint-Amand, il s'élèverait brusquement à 1<sup>m</sup><sup>s</sup>,170.

Pendant, la différence des bassins de l'Escaut à ces deux stations étant sans importance réelle, il fallait arriver à des produits unitaires à peu près identiques.

Cette différence, quant à la superficie, n'est que de 3,800 hectares, mais le supplément de débit obtenu atteint plus de 785,000 mètres cubes; chaque hectare, de Termonde à Saint-Amand, aurait donc produit 206 mètres cubes ou 380 fois le produit unitaire de l'amont, ce que l'on ne saurait admettre.

La méthode de déduction que nous vérifions est donc bien dangereuse.

L'auteur a voulu mettre en présence les quantités d'eau douce venant de l'amont et celles beaucoup plus considérables dues aux marées. Mais pour jauger les premières, mieux valait opérer par voie directe en dehors de l'influence des marées, rechercher les produits unitaires de l'époque et les appliquer proportionnellement aux stations de l'aval. Sans doute on aurait encore commis des erreurs, car il est impossible de les éviter, mais elles eussent été infiniment moindres

et l'on se fût ménagé des moyens de contrôle pour les débits de flot et de jusant.

Quoi qu'il en soit, les difficiles travaux, non encore achevés d'ailleurs, de MM. Stessels et Petit fournissent déjà une représentation saisissante des masses d'eau que la mer pousse au loin dans l'intérieur de nos terres.

En temps normal, le flux qui envahit l'Escaut à raison de 7 à 8 cents millions de mètres cubes par jour et d'une vitesse moyenne de 4 mètres à la minute, perd rapidement de ses forces à mesure qu'il avance.

Devant Anvers, à 90 kilomètres de la mer, son débit s'est abaissé à 110 millions environ, mais son allure s'est accrue à cause du rétrécissement du chenal.

En remontant jusqu'au Rupel, sa puissance s'amortit avec plus de lenteur et presque tout à fait aux dépens de sa masse ; mais alors s'offrent le large chenal de cette rivière, qui engloutit près de 20 millions de mètres cubes, puis la Durme, qui en prend 7 à 8 millions.

A Termonde, à 150 kilomètres de la mer, il possède encore environ 7 millions de mètres cubes journaliers et une vitesse de 34 mètres à la minute ; plus loin, le lit du fleuve se rétrécit davantage, sa pente augmente, le flot s'épuise promptement, sa masse, sa vitesse, sa durée, tout se réduit, et à quelques kilomètres de Gand il ne reste plus que l'Escaut proprement dit, coulant toujours dans le même sens.

Le reflux, chargé des eaux du fleuve et du flot, reproduit des circonstances analogues, mais dans l'ordre inverse.

La proportion d'eau douce ordinaire du bassin, d'abord très importante en amont de Termonde, atteint encore et dépasse peut-être 30 p. c. devant cette ville ; mais bientôt en aval le torrent grossit avec vigueur, tandis que le fleuve n'a que peu relevé son apport.

A l'aval de la Durme, son contingent n'est plus qu'environ 10 p. c. ; devant Anvers, il est moindre encore ; plus loin, le

courant s'enfle extraordinairement et l'Escaut ne reçoit plus que de maigres affluents ; la part d'eau douce dans le reflux, devenu gigantesque, s'abaisse donc dans une forte mesure : devant Lillo, elle n'est plus que 5 p. c. et à l'embouchure moins de 1 1/2 p. c. de la totalité de la masse qui se précipite à la mer.

Mais ces conditions moyennes sont loin de présenter de la régularité. Ces grands mouvements de va et vient, c'est la lutte constante des eaux de la mer et des eaux du fleuve, dont les forces sont toujours changeantes.

L'Escaut oppose, en effet, une résistance extrêmement variable, puisqu'à peu de mois d'intervalle ses produits unitaires sont capables de monter de 2 à 50 mètres cubes par jour et que son énergie croît dans un rapport plus grand. C'est ainsi qu'en étiage la marée se fait sentir jusqu'à Gand, tandis qu'en temps de crue elle est arrêtée à 10 kilomètres en aval.

D'un autre côté, rappelons : que deux marées successives sont rarement identiques ; que d'un jour à l'autre elles marquent parfois des écarts notables ; qu'elles varient d'ailleurs selon les vents, les pressions barométriques, la position des astres ; que lorsque des ouragans viennent à pousser énergiquement les ondes, ils provoquent des flux exceptionnels qui cinq fois dans ce demi-siècle ont atteint devant Anvers des hauteurs de 5<sup>m</sup>80 à 6<sup>m</sup>60 d'altitude, et qui renouvelleraient tous les ravages d'autrefois si l'on n'était pas solidement fortifié pour supporter leurs chocs.

---

## VII.

### QUALITÉ DES EAUX DES RÉGIONS ROCHEUSES ET TERREUSES.

#### CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

**Eau de pluie.** — L'eau pure des chimistes, formée d'un volume d'oxygène pour deux d'hydrogène, est un liquide brillant, mais fade et indigeste, qu'on ne rencontre point d'ailleurs dans la nature.

L'Océan, qui reçoit toutes les eaux de la terre, les restitue toutes, et les matières qu'il recèle, dissoutes ou non, sont abondantes et nombreuses. Malgré l'agitation de sa nappe, malgré les courants supérieurs, inférieurs et de haut en bas, qui sillonnent sa masse et y déterminent comme un énorme brassage, la composition de ses eaux varie selon les lieux et les temps, dans des proportions parfois très étendues pour des points rapprochés; leur densité augmente en général des côtes à la pleine mer, ainsi que de la surface au fond, et passe de 1.01 à 1.10 et au-dessus.

L'eau de mer renferme par litre de 20 à 40 grammes de matières diverses, minérales et organiques, presque toutes en dissolution : des chlorures, des bromures, des iodures, alcalins et terreux, des sulfates de chaux et de magnésie, etc., et le sel marin y figure souvent pour les  $\frac{3}{4}$  environ du poids total.

Le mouvement perpétuel de la mer et l'incessante excitation des vents provoquent la formation, à sa surface, d'une poussière aqueuse assez dense pour être rapidement perçue par les passagers.

Le soleil fait sortir de l'Océan des vapeurs qui, traversant cette poussière, emportent un peu de sa substance et s'élèvent au milieu d'une atmosphère pure, formée d'oxygène et d'azote, auxquels sont mêlés, en proportion infime, l'acide carbonique et d'autres gaz.

Mais l'eau dissout l'air ; en repos, elle l'absorbe avec lenteur, et avec rapidité quand on l'agite, parce qu'ainsi on multiplie les surfaces de contact.

Alors que l'air contient en volumes 21 d'oxygène pour 79 d'azote, l'eau saturée d'air renferme ces gaz dans le rapport approximatif de 55 d'oxygène pour 65 d'azote.

A l'état de vapeur, l'eau présente une division extrême, favorable à l'absorption des éléments gazeux dans lesquels s'opère son ascension.

Au premier refroidissement, cette vapeur invisible se condense, prend la forme globulaire et s'amasse en nuages que les vents véhiculent en tous sens.

Voilà donc ces émanations de l'Océan parvenues au-dessus de nos terres ; elles flottent paisiblement ou sont chassées et heurtées avec violence, créant des phénomènes électriques, qui à leur tour engendrent des produits nitrés, combinaisons de l'azote, de l'oxygène et de l'hydrogène issus du mélange d'air et d'eau traversé.

En dessous de ces nuages règne une atmosphère différente de celle qui recouvre la mer et variable selon les temps et les lieux, la nature et les reliefs des terrains, la végétation qu'ils portent, les agglomérations et la vie qui s'y répandent.

C'est surtout aux grandes villes industrielles que la pureté primitive de l'atmosphère subit les plus graves altérations ; on la voit au loin obscurcie par les fumées comme par toutes les matières légères venues du sol ; et parfois, l'observateur qui descend de la campagne dans la cité, éprouve d'abord à respirer un malaise auquel il s'habitue peu à peu.

Quand donc les nuages se résolvent en pluie, les gouttes d'eau plus ou moins rapprochées passent au travers de ces milieux si divers et complexes, dissolvent, absorbent, entraî-

nent des éléments de toute nature et opèrent une sorte de clarification de l'atmosphère.

C'est ainsi que la pluie recueillie dans des vases irréprochables recèle fréquemment par litre :

En gaz oxygène, azote et acide carbonique,  $\frac{1}{40}$  et plus de ce volume ;

En matières organiques, de 10 à 25 milligrammes ;

En produits nitrés, sels alcalins et terreux, de 10 à 50 milligrammes.

Mais ces quantités sont parfois dépassées de beaucoup : c'est ainsi que dans les grandes cités où règne un mouvement extraordinaire, on a constaté jusque 20 millièmes de sel marin, 50 de matière organique et au delà de 100 millièmes comme résidu total.

En général, l'eau qui tombe sur nos villes accuse une crudité relative et moyenne de 5° ; elle est plus chargée dans les parties basses que dans les parties hautes ; là, comme partout, le sel marin y figure d'autant plus qu'elle est reçue plus près des côtes ; les orages augmentent en forte proportion la teneur en ammoniacque de même qu'en acide azotique, et les premières gouttes qui abattent la poussière affectent le plus de souillures.

Hormis les circonstances exceptionnelles, l'eau de pluie maintenue fraîche et limpide a acquis de la légèreté par l'air, une saveur piquante par l'acide carbonique et relevée par le sel marin ; elle cuit bien les légumes, savonne parfaitement, convient également aux usages domestiques et industriels ; aussi, le célèbre Hippocrate et des hygiénistes venus après lui la classent-ils parmi les eaux alimentaires de premier choix.

**Eau de citerne.** — Malheureusement, la pluie subit de nombreuses altérations avant que nous puissions nous en servir.

Les toits, par leur nature même, peuvent contaminer les eaux ; ceux formés de plaques métalliques ne sauraient que leur communiquer des propriétés nuisibles ; tous les métaux

employés, le fer, la fonte, le zinc, le cuivre, le plomb, directement soumis aux influences de l'air, s'oxydent et se couvrent à la longue de substances non adhérentes que les premières pluies entraînent.

La rouille du fer et de la fonte ne présente aucun danger pour l'alimentation, mais elle est fâcheuse pour la lessive.

Les oxydes et les carbonates des autres métaux cités sont moins inoffensifs; toutefois on ne sait rien de précis à ce sujet; le plomb et le cuivre ne sont plus guère employés, et le zinc, très répandu au contraire, ne paraît pas avoir jusqu'ici provoqué de plaintes.

Les toits en matériaux pierreux, — pannes, tuiles ou ardoises, — beaucoup plus en usage que les précédents, sont sans action immédiate sur l'eau de pluie; cependant, quand ces matériaux sont poreux, ils facilitent la venue et la propagation d'une végétation qui à la fin se décompose et se laisse entraîner.

De plus, les citernes sont souvent défectueuses : leurs matériaux, quand ils sont calcaires, rendent l'eau moins lessivante; il arrive que leur trop-plein communique avec l'égout, dont les miasmes viennent alors corrompre l'air au-dessus de l'eau; fréquemment les pluies qui tombent sur la cour ou le jardin pénètrent en partie dans l'ouvrage; les dépôts qu'on laisse s'accumuler sur le radier s'altèrent à la longue et communiquent à l'eau une odeur et une saveur répugnantes.

Mais si la pluie ruisselant sur un bon toit est reçue dans une citerne étanche, spacieuse et propre, faite de matériaux siliceux et argileux; si cet ouvrage est entouré de terre qui le protège contre le chaud et le froid; si son regard est hermétiquement clos et que le trop-plein débouche à l'air libre; si la lumière n'y est point admise et qu'une ouverture sagement ménagée en permette une ventilation suffisante; alors l'eau s'y conservera pendant des mois consécutifs d'une limpidité parfaite; sa température oscillant de 8 à 15° C., paraîtra fraîche l'été, modérée l'hiver; sa teneur en matières organiques ne dépassera guère 25 milligrammes par litre;

son résidu salin s'élèvera généralement plus haut ; son titre allant de 3 à 8°, elle conservera la faculté de bien lessiver. Ce ne sera peut-être plus une bonne eau à boire, mais elle restera très convenable encore pour la cuisson des légumes, pour tous les usages détersifs et autres qui réclament les plus fortes quantités d'eau.

**Eaux superficielles et souterraines.** — Suivons à présent l'eau de pluie sur les *terrains dits imperméables*.

Si elle tombait sur des roches de grès ou de schiste, dures, lisses, fortement déclives, l'air qui l'imprégnerait en plus grande proportion et les rayons solaires qui traverseraient sa masse transparente, n'auraient d'autre effet que de l'amender davantage par l'oxydation d'une partie de ses éléments organiques ; elle aurait gagné en légèreté, en pureté, et sa température continuerait à suivre, à peu près, celle des pluies mêmes.

Mais ce sont là des conditions idéales.

En réalité, les roches se recouvrent de pellicules terreuses, fumées ou non, de végétaux vivants ou morts et de populations plus ou moins denses dont les déchets varient à l'infini.

La pluie qui s'abat avec force sur un tel sol n'a guère le temps de s'assimiler des éléments nouveaux, mais elle entraîne mécaniquement des matières minérales et organiques, d'autant plus abondantes, que son impulsion a été plus vive sur des substances plus divisées et légères.

Dans cette situation, ce sont les terres chargées d'humus qui surtout troublent l'eau et la colorent, et la persistance des troubles est en général plus grande quand ces terres proviennent de la désagrégation des roches schisteuses, calcaires ou marneuses, — dont les particules acquièrent une ténuité extrême, — que lorsqu'elles doivent leur origine aux grès, qui fournissent des grains de sable plus pondéreux.

Il y a des rivières dont les eaux sont toujours opalines, d'autres qui les ont presque toujours troubles ou louches, d'autres encore qui à la moindre pluie les charrient à l'état boueux.

Il y a des eaux qui se clarifient promptement, bien qu'en mouvement, d'autres qui exigent des mois de repos pour acquérir la transparence, d'autres qui jamais ne redeviennent limpides.

Les eaux arrivées aux thalweg prennent en général des vitesses de plus en plus modérées et se débarrassent successivement des matières en suspension : blocaux, cailloux, graviers, sables, limons fins et gras, mélanges de terres onctueuses et d'éléments organiques.

Les quantités de troubles qu'emportent les eaux d'une rivière varient donc, non seulement d'un jour à l'autre, mais pour un même instant, d'un point à un autre ; leurs moyennes annuelles peuvent différer grandement ; et à raison des pentes comme de l'intensité des pluies, elles doivent être plus irrégulières et plus abondantes, toutes choses égales, aux parties d'amont qu'aux parties d'aval des cours d'eau.

Quand, au contraire, les pluies tombent modérément, qu'elles coulent avec lenteur et s'insinuent partout dans les fissures des rochers et dans les terres qui les recouvrent, leur contact avec les matières est plus long, plus intime ; elles dissolvent mais n'entraînent pas ; elles se souillent tout en demeurant limpides ; leur température tend à être celle des terrains qu'elles ont humectés ; puis leur parcours dans la vallée profonde et fraîche corrigeant en partie l'altération subie, elles forment des courants d'une eau scintillante qui charme les yeux.

A mesure que les pentes, que les ondulations s'adoucissent, que les terrains deviennent plus tendres, plus sujets à se désagréger et plus attaquables par l'eau, les pluies entraînent et dissolvent plus de matières ; et si le sol est argileux et plat, imprégné de fumure, et que les eaux y séjournent longuement en minces couches exposées à l'ardeur du soleil, elles se chargeront abondamment des matières qu'elles rencontrent et qui entrent rapidement en putréfaction. Bien rarement les cours d'eau dans de semblables terrains présenteront une limpidité franche ; car, si la pluie a été intense

les eaux seront boueuses; s'il cesse de pleuvoir, elles ne se clarifieront qu'en s'altérant davantage, et en affectant des nuances ou des teintes diverses pour se couvrir de nappes végétales continues.

Dans les *terrains perméables*, en général peu mouvementés, plus mobiles, plus chargés d'engrais, il faut distinguer la partie des pluies qui s'écoule superficiellement et celle qui pénètre en sous-sol.

La première se conduit comme les ruissellements qui viennent d'être examinés; elle n'atteint la rivière que troublée ou infectée.

La seconde subit des modifications complexes qu'il importe d'examiner avec soin.

Représentons-nous, ce qui est le cas ordinaire, un champ de légère inclinaison, sablo-argileux, gorgé dans sa tranche supérieure d'humus, d'engrais, d'amendements et de tout ce qu'emploie le cultivateur pour tirer plus de fruit de son bien.

La pluie tombe sur ce terrain, non pas immaculée mais souillée, comme nous l'avons dit, de 50 à 40 milligrammes par litre de substances diverses, dont près de la moitié est formée d'éléments organiques.

En touchant le sol, en remuant les matières variées qui le composent, cette pluie devient un purin repoussant. Dans cet état, elle commence sa descente; elle entre dans la couche superficielle et passe, au milieu d'une obscurité complète, dans le voisinage de racines vivantes; tous les tubes capillaires du terrain étant remplis d'air, chaque particule aqueuse se met en contact avec l'oxygène et l'azote, et ce mouvement s'opère avec une extrême lenteur. Plus l'eau descend plus elle se divise: ce n'est pas la gouttelette, si fine que nous puissions l'obtenir, c'est une humidité, une moiteur qui passe d'un grain de poussière à un autre dans un sous-sol successivement siliceux, argileux, calcaireux, ferrugineux, etc.; après des mois entiers d'une telle filtration, toute cette humidité est arrêtée dans son mouvement de des-

cente ; elle se rassemble, remplit les interstices du terrain et constitue la couche aquifère, dont les eaux cheminent, suivant une pente déterminée, vers le fond de la vallée. Là, elles débouchent sous la forme de sources brillantes, recelant dix fois, vingt fois plus de substances minérales que les pluies initiales, et dans maintes circonstances absolument débarrassées de matières organiques.

D'où vient cette métamorphose étonnante ?

De ce que rien n'est inerte dans la nature, et qu'ici une infime quantité d'eau se trouve en présence d'un filtre immense.

Dans le sol que nous piétons, il s'opère un travail constant de mille modifications chimiques. Il y a dans le grain de sable même une force, l'attraction moléculaire, qui agit sur la particule aqueuse voisine et en retient les éléments minéraux et organiques en dissolution, c'est-à-dire combinés à l'eau par une autre force, l'affinité, qu'il a fallu vaincre.

L'air oxyde la matière organique du sol ; la lumière, la chaleur activent énergiquement ce travail à la surface en provoquant la formation de l'ammoniaque, puis de l'azote et de l'acide carbonique, gaz qui fréquemment se dégagent des terres avec abondance. L'eau absorbe en partie ces gaz et continue son chemin, fortement viciée jusque-là. Elle arrive aux racines et leur offre les sels dans la forme qui convient à la nutrition des plantes. Plus la végétation est vivace, plus l'eau s'épure de matières de tous genres.

L'eau traverse successivement des massifs où dominent le sable, l'argile, le calcaire. Or toutes ces substances sont agissantes, non seulement pour retenir les matières en suspension, mais celles en dissolution.

Par l'extrême lenteur de son mouvement et par l'infinie division de sa masse, l'eau se trouve dans les conditions les plus parfaites pour se clarifier.

Tous les filtres sont susceptibles d'absorber du gaz : l'acide carbonique, l'oxygène et l'azote sont retenus en grande proportion ; l'acide sulfhydrique l'est moins ; les terres grasses exercent cette action absorbante plus que les

terres maigres, et les cultivateurs considèrent les argiles et les marnes comme des receleurs d'engrais gazeux.

Des expériences ont fait reconnaître que le sable, sous une faible couche de 2 à 3 mètres, soustrait à l'eau des éléments dissous, minéraux et organiques, et même le sel marin, dont la solubilité est si grande.

Les couches argileuses et marneuses ont des effets plus accentués.

Les terrains les plus homogènes renferment, disséminées, des substances multiples, comme les oxydes de fer et de manganèse, qui, par leur oxygène, brûlent les matières organiques que l'eau leur amène.

Enfin, l'air est partout dans le massif filtrant, son rôle est dominant et partout il agit en purificateur.

D'autre part, l'eau attaque aussi un grand nombre de substances qu'elle rencontre.

Pendant elle ne dissoudrait par elle-même que peu d'éléments : un peu d'acide silicique, quelques chlorures, des sels alcalins, plus aisément des sulfates de chaux, plus difficilement des carbonates de chaux, des sels de fer, le tout en quantité réduite.

Mais l'acide carbonique dont elle est chargée, accentue son pouvoir dissolvant et multiplie les transformations déjà si nombreuses qui s'accomplissent dans le sein du filtre, car ce gaz s'unit aux oxydes alcalins et terreux, aux oxydes de fer et de magnésium ; il décompose les silicates si abondants dans la nature, et c'est par son intermédiaire que l'eau possède cette faculté de s'assimiler tant de carbonate de chaux.

C'est ainsi que s'expliquent les modifications profondes signalées pour l'eau, et comme il y a des filtres de toutes compositions et dimensions, il y a aussi des eaux de toutes qualités.

Si ce filtre n'est formé que de sable, substance non pas inerte mais peu agissante ; si on ne lui accorde que de 1 à 2 mètres d'épaisseur et que de l'eau souillée le traverse en 2 ou 3 heures, peut-être aura-t-elle pu abandonner ses

troubles, mais sur les matières en dissolution l'effet produit ne sera guère appréciable en pratique.

On obtiendra des résultats plus complets si on double le massif filtrant, si l'on y incorpore des éléments doués de pouvoirs plus énergiques, de l'alumine, de la chaux, de l'oxyde de fer, ou du poussier de charbon, substance tellement absorbante qu'elle désinfecte l'eau, et si, de plus, la même eau prend tout un jour à imprégner et à traverser la totalité de ce mélange.

Mais qu'est-ce que ces conditions comparées à celles que fournit la nature? Des filtres de 100 mètres, de 1,000 mètres de puissance, composés de matériaux tassés et variés à l'infini, et que la même particule liquide parcourt pendant des mois, pendant des milliers d'heures!

#### BASSIN DE LA MEUSE.

Cela dit, observons et analysons les eaux du pays telles qu'elles se présentent.

**Eaux ardennaises.** — Dans la région ardennaise, où les roches sont dures, faites principalement de silice et d'alumine, les eaux ne recèlent que par exception des éléments calcareux, ferrugineux ou autres.

Nous avons décrit cette contrée; nous savons que jusqu'à ce jour les populations, les bâtisses y sont clairsemées, l'agriculture et l'industrie peu développées; mais nous savons aussi que cette situation se modifie, que l'Ardenne n'est plus aujourd'hui ce qu'elle était il y a un demi-siècle, que les bois et les forêts resserrent toujours davantage leurs limites devant le progrès qui s'étend et qui fait apparaître partout les champs et les carrières.

Comme les eaux de ces montagnes changent de composition suivant les circonstances, il faudrait pour s'en représenter les qualités, des séries d'observations faites par tous les temps, sur bon nombre de points; il faudrait connaître les teneurs minima, maxima et moyennes de leurs matières

dissoutes et non dissoutes, et leurs variations quant à la clarté, à la température, à l'odeur, à la saveur. Nous ne possédons rien de semblable; nous avons seulement des analyses de quelques échantillons limpides, réunies ci-après en tableau.

Bien que très insuffisantes, ces indications donnent lieu à des remarques utiles.

On voit que, parfaitement filtrées, les eaux de l'Ardenne renferment, par litre, de 30 à 45 milligrammes de matières totales, dont un peu plus de la moitié en éléments organiques, et qu'elles accusent de 1 à 3° de crudité seulement. Sous ce rapport et dans cet état, elles diffèrent donc peu des pluies qui tombent sur nos villes, et doivent être considérées comme des types d'eaux lessivantes.

L'eau de la Gileppe, en 1859, n'avait offert que 20 millièmes de résidu total; cette même eau, emmagasinée par un barrage, fournit en 1873 plus du double de cette quantité, soit 45 millièmes.

On notera que les eaux d'Entre-Sambre-et-Meuse, si remarquablement pures, accusaient une saveur très marécageuse qui les fit condamner, alors que pour les échantillons de l'Ourthe, beaucoup plus chargés, de près de 50 p. c. avec prédominance de matières organiques, nul goût particulier ne fut perçu.

Bien que l'eau de la Gileppe ne contint que 12 milligrammes de substances organiques, elle se signalait par une âcreté évidente; tandis que des échantillons de l'Ourthe ayant fourni près du triple de cette teneur, ne révélèrent rien de semblable.

A plusieurs reprises, nous avons été déguster les eaux courantes de la Gileppe, de son affluent la Borchène et ces mêmes eaux emmagasinées; toujours il nous a paru qu'elles trahissaient l'écorce de chêne, mais à des degrés très divers.

M. l'ingénieur de Jamblinne, qui pendant plusieurs années fit des opérations et des études au N.-E. de l'Ardenne en vue de la régularisation de la Vesdre, rapporte que ses compagnons et lui-même trouvèrent constamment rèches les eaux courantes dans ces parages.

**Analyses d'eaux ardennaises.**

LIEUX DES PRISES.	ÉPOQUES.	EXPÉRIMENTATEURS.	RÉSIDUS POUR 1 LITRE MATIÈRES :			DEGRÉ HYDROT-MÉTRIQUE	OBSERVATIONS.
			min.	org.	totales.		
<b>Entre-Sambre-et-Meuse.</b>			milligrammes				
Ruisseau Le Prince, amont de sa jonction à l'Eau-Noire . . .	juin 1873	Th. Jouret	8	33	41		Le résidu carbonisé fortement à 30°. Saveur marécageuse.
Ruisseau Pernelle, am. id. . .	id.	id.	20	10	30		
Eau-Noire à Pêches . . .	31 août 1871	Detienne	25	15	40	1°	Carbonisée plus fort. Saveur très marécageuse.
— Le Prince à Couvin . . .	id.	id.	16	16	32	1° 5	Étiage relatif
— de Rome à Couvin. . .	id.	id.	22	17	39	1° 75	Id.
<b>Luxembourg et Liège.</b>							Id.
<i>Ourthe :</i>							
Sources des Fagnes . . .	21 avril 1873	De Paire et Jouret	8	33	41		Eaux limpides, incolores, inodores, sans saveur spéciale, déposent quelques flocons jaunâtres.
Ruisseau des Fagnes . . .	id.	id.	20	10	30		
Amont d'Houffalize . . .	9 mai 1873	id.	16	16	32		Id.
Aval d'Houffalize. . .	20 avril 1873	id.	22	17	39		Id.
Idem . . .	9 mai 1873	id.	8	34	42		Eaux limpides, inodores, sans
Branche orientale à Houffalize . . .	14 décemb. 1873	id.	16	24	40		saveur particulière, teinte jaunâtre, déposant quelques flocons jaunâtres.
— occidentale . . .	id.	id.	16	26	42		Eau limpide, fraîche, sans arrière-goût, tient en suspension de plus
Confluent des branches . . .	id.	id.	16	16	32	2° 75	grands flocons blancs.
Entre Vivramont et Volomont . . .	22 février 1872	De Wilde et Joly	13	7	20	1° 1/2	Limpide; saveur aère.
A Encreux . . .	août 1871	Dusart	33	12	45	3°	
Gilleppe, eau courante. . .	1859	Ville de Verviers					
Gilleppe à l'entr. dans le Réservoir	23 avril 1875	De Paire					

Les habitants des bords de l'Ourthe ont des opinions fort opposées sur les qualités de cette rivière : les uns l'estiment toujours bonne quand elle est claire; d'autres l'accusent d'affecter, pendant les chaleurs, un goût de bois, de poisson, de marécage; d'autres encore n'y veulent recourir que pour la lessive et construisent des puits afin de se procurer l'eau potable.

Sans doute, tous ces montagnards ont raison à la fois. Des cours d'eau sauvages, qui à chaque instant changent de régime et de composition, doivent à tout moment modifier leur saveur.

Nous dirons pourtant que les voisins d'une rivière paraissent peu compétents pour juger de ses qualités; on se fait à la longue aux eaux les plus suspectes, et nous voyons tous les jours des citadins instruits vanter l'excellent et frais breuvage de leurs puits dûment empoisonnés.

**Région condrusienne.** — Dans la région condrusienne, nous rencontrons toutes les substances de l'Ardenne, beaucoup de roches calcaireuses, plus de minerais de tous genres, plus de portions terreuses, plus de culture, d'industrie, de population, de vie; les eaux qui sillonnent ces étendues contractent par conséquent plus de crudité et subissent plus de souillures; rarement les rivières y sont limpides, les moindres pluies les troublent; souvent on les voit teintées de jaune, de blanc, de noir et précipiter aux vallées-mères des flots limoneux et boueux.

Ici encore les qualités des eaux sont très variables, non seulement d'un endroit à un autre, mais en un même point, dans la même journée; et si pour faire connaître la composition, les propriétés de tel ou tel ruisseau, on se contente d'en analyser un échantillon, on risque de s'attirer, dès l'heure suivante, le plus complet désaveu.

Toutefois, les sources faisant en général plus de trajet souterrain, demeurant plus de temps en contact avec les roches, s'assimilent davantage, dans des conditions plus

égales, les substances rencontrées, et reviennent au jour avec des qualités ou des vices plus constants.

A la limite de cette région, dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, les sources sortant des crevasses du calcaire, où elles ont longuement décanté, titrent au delà de 24° et savonnent médiocrement, alors que les eaux des ruisseaux voisins, comme celle de l'Eau-Noire, qui ne font que glisser rapidement sur leurs terrains calcaireux et quartzo-schisteux, n'atteignent pas le tiers de cette crudité et demeurent à peu près aussi les-sivantes que l'eau de citerne.

Vers le milieu de la région, dans le bassin de l'Eau-d'Heure, les ruisseaux et les sources varient de titre entre des limites très éloignées, 9 à 20°, selon la nature des roches qu'elles ont parcourues ou traversées.

C'est là que se rencontrent les sources les mieux réputées de la contrée, comme celles qui s'échappent des plateaux terreux de Nalines et de Gozée, et qui après une longue filtration affectent les compositions les moins variables, les moindres teneurs en éléments organiques et une crudité relative de 10 à 24°, selon les endroits.

Les renseignements font défaut pour les cours d'eau les plus volumineux et notamment pour ceux de l'Entre-Meuse-et-Vesdre : la Lesse, le Bocq, le Hoyoux, l'Ourthe et ses affluents.

Il est évident néanmoins que les rivières exclusivement condrusiennes doivent en général acquérir le plus de dureté, et celles qui venant de l'Ardenne en rapportent de forts débits d'eau douce, traversent la région avec des degrés de crudité très inférieurs aux précédentes.

C'est ainsi que l'Ourthe, à son entrée en Condroz, titre 5 à 4°, et qu'après en avoir franchi les bandes calcaireuses, après avoir reçu les tributs de l'Amblève et de la Vesdre, elle n'atteint que 7 à 8°, ce qui caractérise encore des eaux tendres.

Ces indications se rapportent à un état des rivières qui s'écarte peu des conditions moyennes ; il est dès lors certain qu'en étiage et à plus forte raison aux époques de grande

sécheresse, l'analyse découvrirait dans ces eaux plus de matières en dissolution, de même que l'absence quasi complète d'éléments en suspension, et que l'inverse serait constaté aux époques de grands débits.

**Vallée houillère.** — Descendons dans la vallée houillère de la Sambre et de la Meuse, vallée de charbon, de minerais, de carrières, de fer, de fonte, de glaces, de gobeleterie, l'une des plus actives du monde, littéralement couverte de populations industrielles, où les établissements multipliés déversent dans l'air des torrents de fumée, où les vents soulèvent des nuages de poussière noire, où se succèdent, montent et s'étendent des montagnes de déchets de toute composition, contenant des sulfures qui deviennent sulfates par l'oxydation.

On se représente ce que peut être, à certains jours, l'eau de citerne dans ce pays, et celle qui délave un sol à ce point encombré, presque partout terreux.

Le sous-sol, toujours rocheux, qui va du grès au schiste, serait sans action notable sur les eaux souterraines, n'étaient d'abord la corruption superficielle, ensuite les sels nombreux répandus çà et là dans tous ces terrains riches en minerais.

Aussi ces eaux contractent-elles les propriétés les plus dissemblables, selon les fissures qu'elles rencontrent et qui les conduisent au sein de massifs plus ou moins défavorables.

Tantôt elles accusent de 10 à 16°, comme les sources qui aboutissent à Marcinelle; tantôt 24° avec 2 à 3 millièmes d'éléments organiques, comme celle recueillie dans les grès par la galerie de drainage de Châtelet; tantôt 100°, 120° et au delà, titres énormes dus en plus grande partie au sulfate de chaux, comme dans la plupart des puits percés aux parties basses des versants et qui servent à l'alimentation des communes.

Il en est de même des eaux puisées dans les *alluvions de la Sambre et de la Meuse* au milieu d'agglomérations denses; souvent les sulfates et les matières organiques y abondent à tel point qu'on demeure étonné de ce qu'elles ne

tuent pas ceux qui en font usage ; mais leur limpidité les sauve de la réprobation, et comme Mithridate, les populations se font aux poisons.

Enfin tous les affluents de la Sambre et notamment le Piéton et l'Eau-d'Heure, après avoir parcouru les terrains houillers, lui arrivent dans un état de malpropreté notoire, titrant de 20 à 30° aux époques ordinaires.

**La Sambre.** — Les eaux de la Sambre supérieure, que desservent des versants en partie crayeux, doivent être médiocrement lessivantes ; plus bas, elles entrent dans une zone condrusienne où le calcaire tient une grande place et baignent Maubeuge, cité industrielle et florissante, qui les souille d'autant plus ; de là au voisinage de Marchienne, la rivière coule entre des montagnes boisées, s'amende en conséquence, et déjà devant Thuin elle prend un bel aspect par les débits inférieurs et moyens. Mais bientôt alors la rivière aborde le bassin charbonnier de Charleroi, où s'agite une population de 100,000 âmes dont elle reçoit les innombrables résidus.

Nous avons classé dans le tableau ci-après les analyses d'eaux de la Sambre que nous avons pu nous procurer.

Elles indiquent dans leur insuffisance :

Que rarement, en amont de Charleroi et à moins de bas étiage, l'eau de Sambre se charge de plus de 250 millièmes de matières totales, affectant alors des titres de 20 à 25° ;

Qu'aux périodes ordinaires sa crudité relative s'abaisse en dessous de 18° ;

Que lorsqu'elle est abondante, elle accuse à peine 12 à 13° ;

Et que, relativement aux souillures organiques, elle en dissout apparemment moins que les eaux de l'Ardenne, même aux époques de basses eaux.

De Charleroi à Châtelet et en aval, la rivière s'assimilerait plus de sels minéraux, son titre dépasserait légèrement 25° aux conditions moyennes et, chose surprenante, elle ne contiendrait pas plus d'éléments organiques que l'eau du ciel.

**Analyses de l'eau de Sambre.**

LIEUX DES PRISES D'EAU (chimistes).	DATES.	ÉTAT de LA RIVIÈRE. — E A U	MATIÈRES EN SUSPENSION.	MATIÈRES EN DISSOLUTION.			DÉNŒ.	REMARQUES.
				Salines.	Organique	Totales.		
Amont de Marchienne (M. Pottelans)	10 avril 1883.	Plus que moyenne	4	248	22	270	19°	
Id. de Charleroi (M. Destrée).	16 juillet 1874	Très basse	..	..	..	..	22°5	
Id. . . . .	14 septemb. 1874	Id.	..	..	..	..	22°	
Id. . . . .	avril 1880	Moins que moyenne	..	165	..	214	16°	Mat. volatiles et organiques = 49.
Id. . . . .	16 avril 1880	Moyenne	..	..	..	..	16°	
Id. . . . .	27 avril 1880	Id.	..	..	..	..	17°5	
Id. . . . .	1 <sup>r</sup> février 1883	Belle et abondante	..	..	..	..	12°5	Id. = 51
Aval	Id.	Id.	45	134	..	187	12°5	Id. = 53
Devant Chatelet (M. Pasquier)	avril 1882	Moyenne	..	..	7	..	17°	
Amont	Id.	Plus que moyenne	65	288	..	..	22°	
Aval	Id.	Id.	294	300	15.1	..	23°	

Il est bien regrettable que nous ne possédions pas d'indications nombreuses pour la Sambre en amont de Marchienne et pour ses différents états; on sait qu'elle y est fréquemment assez limpide pour permettre de distinguer nettement les cailloux de son lit; ses eaux y doivent offrir des compositions plus constantes qu'à Charleroi, moins de sels, beaucoup moins de matières organiques, des degrés plus réduits; et il est bien probable qu'après un long examen on leur reconnaîtrait un ensemble de bonnes qualités, non seulement pour l'industrie, ce qui est actuellement acquis, mais même pour les usages domestiques.

**La Mehaigne.** — Au sujet de la Mehaigne, nous devons à MM. Depaire et Jouret les analyses suivantes, effectuées en janvier 1874 :

LIEUX DES PRISES D'EAU.	RÉSIDUS POUR 1 LITRE MATIÈRES :			DEGRÉ HYDROTİMÉ- TRIQUE.	OBSERVATIONS.
	minér.	organ.	totales.		
	millig.	millig.	millig.		
Source de Noville-les-Bois, rive droite	140	»	140	12°	Limpide; mat. min. essentiellement formées de carbonate de chaux.
Source de Leuze-Long-Champ, rive droite	372	»	372		Id.
Source Saint-Denis-Bovesse.	274	30	304		Peu limpide. id.
Rivière à Wanze près de l'embouchure	306	45	351		Eau lég. troub. id.

Nous avons vu que les sources de cette rivière sont soumises à des élaborations très dissemblables : les unes filtrent longuement en sous-sol, les autres ne font que passer par des fissures, se purifient mal et arrivent au jour incomplètement décantées.

Tandis qu'on y trouve des sources brillantes, lessivantes, absolument débarrassées de souillures organiques, on en

rencontre qui ont dissous au delà de 500 millièmes de matières, dont  $1/10$  d'origine organique; et quant à l'ensemble des eaux qui viennent couler au fond de la vallée, elles ont accusé près de l'embouchure 550 millièmes de substances dissoutes, dont 45 de provenance organique, ou le triple de ce qui a été constaté dans l'eau de Sambre à Châtelet.

C'est que le bassin de la Meuse est presque partout terreux, limoneux, gorgé d'engrais; qu'offrant de grandes superficies peu mouvementées, les pluies y prolongent longuement un contact défavorable; que les sources nombreuses, mais de peu d'importance, filtrent insuffisamment en sous-sol; et que, parvenues au thalweg, ces sources, de même que les ruissellements de surface, disparaissent trop vite pour bénéficier de l'action améliorante de la lumière et de l'air.

**Le Geer.** — Les sources du Geer possédant au contraire un filtre puissant et vaste où dominant les sables argileux, les marnes et la craie, subissent un travail chimique considérable, sortent de leur couche aquifère toujours limpides, toujours purifiées de souillures organiques, mais riches en sels minéraux dissous et surtout en bicarbonate de chaux, qui fait monter leur titre de crudité à 25 et 50°.

Assurément les eaux superficielles de cette rivière doivent être viciées aussi profondément que celles de la Meuse; mais peut-être se purifient-elles davantage dans leur course plus longue au fond de la vallée; nous n'avons pas d'indications à ce sujet, et leur produit va d'ailleurs se décharger à Maestricht, en dehors de notre territoire.

**La Meuse.** — Maintenant apprécions la Meuse.

En amont de Mézières, son bassin est en grande partie calcaireux et doit, par les temps de sécheresse, imprimer à ses eaux une crudité voisine de 20°.

Puis le fleuve traverse l'Ardenne française, faite de silice et d'alumine, qui lui apporte des eaux plus tendres.

Dans cette zone, la Meuse accusa, comme moyenne de 10 analyses effectuées par Cailletet, — nous ignorons à quelles dates — :

175 millièmes de matières fixes, des traces de substances organiques et 16 à 17° hydrotimétriques.

Knappe rapporte que Junnig trouva pour cette eau, mais sans indiquer ni le lieu ni l'époque :

128 millièmes de résidu solide.

De Givet à Namur, le fleuve sillonne la région condru-sienne, qui, bien que calcareuse par places, livre des affluents d'eau tendre, puisqu'ils viennent en majeure partie de l'Ardenne. En abordant cette dernière ville, ses eaux ne titrent plus en temps ordinaire que 14° environ et se sont dès lors notablement adoucies.

Mais en ce point la Meuse reçoit la Sambre, puis elle arrose la vallée houillère, recueille la Mehaigne et le Hoyoux, qui en abaissent les qualités et en relèvent la crudité moyenne à 16° environ.

Nous ignorons sa composition en amont de l'Ourthe; mais entre cette rivière et Liège, Philippart lui trouva, en 1864, année exceptionnellement sèche :

193 millièmes de matières en dissolution et 14° de crudité relative.

L'agglomération liégeoise, industrielle et prospère, forte de plus de 200,000 âmes et qui précipite tous ses déchets dans le fleuve, paraît devoir en corrompre les eaux; cependant, à peu de distance en aval, M. le professeur Chandelon n'y découvrit, en 1849, que :

220 millièmes de résidu salin et des traces de substances organiques.

Le même chimiste s'occupa des *matières en suspension* dans l'eau de Meuse, et dont les teneurs varient d'un endroit

à l'autre, selon les vitesses du courant, les crues des affluents, etc. Ayant puisé ses échantillons à l'aval et près des centres les plus populeux de la cité, il obtint, en opérant pendant les 51 jours de décembre 1849, les résultats qui suivent :

La teneur en éléments non dissous oscilla entre 14 et 474 millionièmes ;

La moyenne descendit à 100 millionièmes ;

Pour les hauteurs d'eau de 1<sup>m</sup>,25 à 5<sup>m</sup>,25 au-dessus de l'étiage qui furent celles de l'époque précitée, la densité desdites matières s'accrut moins vite que ces hauteurs jusque 2 mètres ; plus rapidement de 2 mètres à 2<sup>m</sup>,80 ; beaucoup plus rapidement au-dessus de cette cote.

Ces indications corroborent les impressions des riverains, qui disent : que la rivière est toujours claire en basses eaux, belle encore par les débits moyens, trouble seulement par les brusques venues qui font redouter les débordements.

La Meuse réunit donc de bien précieuses qualités ; mais aussi que de conditions favorables lui sont offertes : de sa source à l'amont de Liège, son bassin, presque partout rocheux, peu cultivé, fortement boisé, ne porte qu'une population très clairsemée ; elle a un développement immense, et roulant ses eaux claires sous large nappe et peu d'épaisseur, tombant de cascade en cascade dans sa ravissante vallée creuse et fraîche, on voit combien elle est caressée par l'atmosphère et pénétrée par les rayons du soleil.

M. Chadelon fit sur ces eaux d'autres observations chimiques du plus grand intérêt qu'il faut relater ici.

On sait qu'elles alimentent le grand canal de la Campine, qui, partant de Liège, passe devant Maestricht, Brée, Hérenthals, pour aboutir à l'Escaut maritime en aval d'Anvers.

Il s'agissait de reconnaître les modifications subies par ces eaux dans ce canal à mesure qu'elles s'éloignent de Liège.

Le savant professeur, opérant sur des échantillons devenus parfaitement limpides par le repos, obtint les résultats que voici :

LIEUX DES PRISES D'EAU.	RÉSIDUS POUR 1 LITRE MATIÈRES :			OBSERVATIONS.
	min.	organ.	totales.	
	Milligrammes.			
A Hocht, 31 k <sup>m</sup> de Liège .	220	traces.	220	Les matières min. sont formées en plus grande partie de carbonates terreux.
A Boholt, 70 k <sup>m</sup> de Liège.	202	id.	202	
A Pierre-Bleue, 100 k <sup>m</sup> de Liège . . . . .	104	id.	104	Lorsqu'on prit les échantillons de Pierre-Bleue et d'Arendonck, les écluses étaient fermées depuis 45 jours.
A Arendonck, 115 k <sup>m</sup> de Liège . . . . .	65 1/2	id.	65 1/2	

On le voit, même à peu de distance en aval de Liège, l'eau de Meuse ne contient plus que des traces d'éléments organiques et elle a repris les qualités exceptionnelles qu'on retrouve rarement dans les plus belles sources; plus elle avance dans la Campine, plus de pureté elle acquiert; et après un parcours d'une centaine de kilomètres, elle a abandonné déjà plus de la moitié de la substance minérale qu'elle dissolvait à l'origine, sans avoir contracté la moindre souillure dosable.

Il est permis de se demander si des eaux si pures sont bien celles qui conviennent à des sables infertiles, et s'il ne serait pas mieux que, selon l'expression populaire, la végétation pût y trouver à boire et à manger.

Quoi qu'il en soit, ces expériences instructives, qu'on voudrait voir se renouveler souvent et partout, marquent l'influence extraordinairement améliorante du cheminement des eaux à ciel ouvert.

VIII.

QUALITÉ DES EAUX.

(Suite.)

---

BASSIN DE L'ESCAUT.

Redisons que le bassin de l'Escaut est terreux, plat ou largement ondulé, presque partout cultivé, couvert en général de populations denses; et qu'à part quelques portions de zones d'argile yproise, il est plus ou moins doué de perméabilité.

Les eaux superficielles doivent donc s'infecter avec rapidité ou se vicier profondément par un long séjour sur les terres fumées; et quant aux eaux souterraines, elles s'épurent des altérations organiques originaires contractées, en raison de l'importance des filtres qu'elles traversent, tout en dissolvant beaucoup de sels minéraux.

Dès lors, il faut s'attendre à rencontrer dans les eaux de ce bassin, non seulement des teneurs souvent notables en matières diverses, mais une grande variation dépendant des volumes relatifs d'eaux de surface et de source, de l'intensité des pluies, de l'état changeant des campagnes et des opérations industrielles qui s'effectuent le long des cours d'eau.

Déjà la Mehaigne et le Geer nous ont montré en partie ces conditions nouvelles.

**La Haine.** — Les sources supérieures de la Haine que dessert le filtre puissant sablo-argileux, légèrement calcaireux du plateau d'Anderlues, sont réputées les plus parfaites du pays.

M. Depaire les ayant analysées en 1879, obtint un résidu salin de 199 millièmes et des traces insignifiantes de matières organiques; aussi sont-elles recherchées pour tous les usages : comme boisson, pour la cuisine, pour l'industrie et même pour la lessive.

Plus bas, dans la large vallée de la rivière, nous voyons la surface augmenter ses pentes avec ses propriétés argileuses et le sous-sol accuser la prédominance de la craie. Tandis que les ruissellements superficiels corrompus coulent plus abondants vers le thalweg, les eaux souterraines traversent un filtre considérable, de porosité réduite, et contractent des qualités analogues à celles des sources du bassin du Geer. C'est ainsi que les grandes sources de la distribution d'eau de Mons sont brillantes, dégagées de souillures, titrent environ 26° et probablement plus en période sèche.

Nous n'avons pas de données concernant les eaux courantes de la Haine; toutefois, à considérer l'immense activité qui règne sur ses versants, on peut affirmer d'avance qu'elles sont profondément viciées et très variables, tout en offrant une crudité relative et moyenne inférieure peut-être à celles des sources régulières qui sourdent du sous-sol.

**Le Demer.** — Parmi les ramifications nombreuses du Demer, la plus importante, la *Grande Geete*, possède, comme on sait, sous le versant gauche et le plateau supérieur, une couche aquifère qui donne de la constance aux eaux qu'elle abandonne; et bien que nous n'en connaissions pas l'analyse, il est permis d'avancer qu'elles sont excellentes, purgées de substances organiques et qu'elles titrent non loin de 25°.

Les autres branches du Demer étant moins avantageusement alimentées, les qualités de leurs sources s'en ressentent et l'irrégularité de leurs débits fait craindre la variabilité de leur composition et la non-élimination de leurs souillures organiques.

Les eaux de la rivière-mère, dont tout le versant droit est

sableux, furent chimiquement examinées par M. Depaire, en avril 1873, et le tableau suivant résume ses opérations :

LIEUX DES PRISES D'EAU.	MATIÈRES.			OBSERVATIONS.
	min.	organ.	totales	
	millionièmes.			
En amont de Diest et du Zwartwater . . . .	220	80	300	Eaux louches et jaunâtres, odeur et saveur marécageuses, surtout pour celle des fossés.
A Diest, dans les fossés des fortifications . . .	225	85	310	
En aval de Diest et de ses égouts . . . . .	220	100	320	
En amont d'Aerschot, à une vingtaine de kilomètres de Diest . . . .	215	75	290	Ces mêmes vices, moins accusés.

Observons l'altération plus accusée de la rivière produite par la traversée de la petite ville de Diest; sa corruption plus sensible dans les fossés de la citadelle par la stagnation de l'eau, bien que la teneur en substances organiques soit moindre; enfin son amélioration notable, en aval, par suite de son trajet à ciel ouvert sur une vingtaine de kilomètres de développement.

Les précédentes analyses condamnent le Demer comme eau alimentaire, mais au point de vue de l'industrie il offre encore des qualités sérieuses.

**Les eaux de la Campine.** — Au nord du Demer, les sables peu calcareux de la Campine donnent naissance à des sources en général assez lessivantes, marquant de 15° à 20°; mais les tourbes qui par intervalles s'étalent en sous-sol, notamment dans les larges vallées, leur communiquent en beaucoup de points des propriétés nuisibles.

La *Nèthe*, grande et volumineuse rivière qui draine cette région, est presque toujours teintée d'un brun jaunâtre qui trahit ses origines tourbeuses.

M. Angenot, d'Anvers, qui en 1874 analysa cette eau prise au pont de Waelhem et à marée descendante, obtint les résultats ci-après :

ÉPOQUES.	MATIÈRES.			DEGRÉ.	OBSERVATIONS.
	min.	organ.	totales		
	millionièmes.				
En été. . . .	287	72	359	18°	Été très chaud et sec.
En hiver . . .	138	6	144	12°	Hiver moyennement pluvieux.

Ainsi l'eau de Nèthe, en été, même après une grande circulation à l'air, ne vaut pas mieux, comme composition, que le Demer à Aerschot; mais en hiver son résidu salin est diminué de moitié et ses matières organiques réduites dans le rapport extraordinaire de 12 à 1.

Il est manifeste qu'ici les sources longuement filtrées, mais dans le voisinage immédiat du sol, font tort à la rivière, tandis que les ruissellements superficiels relèvent ses qualités.

Dans le voisinage d'Anvers, les sables bourrés de coquillages imprimant aux sources comme aux eaux de fossés, de drainage et de puits, une crudité exceptionnelle.

**Entre-Geete-et-Senne.** — Dirigeons-nous au S. dans la zone sablo-limoneuse d'Entre-Geete-et-Senne.

On connaît la grande importance des couches aquifères de cette contrée remarquable par l'abondance, la beauté et la régularité des sources.

A diverses époques, les chimistes les plus distingués ont analysé ces eaux, et tous y ont constaté l'absence de souillures organiques.

En 1851, année très humide, feu de Hemptinne reconnu pour un grand nombre d'entre elles les résidus salins que voici :

Au versant droit de la Senne, en amont de Bruxelles, de 270 à 334 millionièmes ;

Et au versant gauche de la Dyle, une moyenne générale de 544 millionnières.

En 1874, année sèche, M. Depaire obtint :

Pour l'ensemble des échantillons puisés sous le bois de la Cambre . . . . . 552 millionnières;

Pour l'ensemble des eaux du Hain, prises au réservoir de Bruxelles . . . . . 580 millionnières;

MM. Depaire et Jouret relevèrent au plateau supérieur de la Dyle :

En mai 1875, pour la source du ruisseau Fonteny . . . . . 390 millionnières;

En mai 1873, pour la source de Houtain-le-Mont . . . . . 560 millionnières;

En mai 1874, pour la source de la Thyle . . . . . 240 millionnières;

En mai 1874, pour la source de l'Orne . . . . . 195 millionnières.

M. le professeur Bergé, examinant l'eau de la distribution de Bruxelles, prise au robinet du laboratoire de l'Hôtel de Ville, établit :

Que sa densité est de . . . . . 1,0019;

Qu'elle renferme une quantité d'acide carbonique de . . . . . 75 millionnières;

Un résidu salin de . . . . . 372 millionnières;

Et pas de matières organiques.

M. Puttemans, adjoint au même laboratoire, ayant recueilli en octobre 1882, par ce même robinet, une eau légèrement trouble, lui trouva :

Une crudité relative de 28°;

Et après ébullition et filtration, 7° seulement, soit le titre qu'atteint fréquemment l'eau de citerne à Bruxelles.

En janvier 1885, il dosa les gaz contenus dans l'eau de la Ville soumise à une ébullition prolongée et releva par litre :

Un volume total de 50.2 centimètres cubes, dont 18.8 d'acide carbonique, provenant de la décomposition

du bicarbonate de chaux; soit pour l'air, 34<sup>cc</sup>.4, dont la composition présenta :

51.84 p. c. d'oxygène,  
et 68.16 p. c. d'azote.

Les résidus salins des sources de l'Entre-Senne-et-Geete sont donc importants pour la plupart et formés en majeure partie de bicarbonate de chaux, ce qui s'explique par la nature calcareuse des sables bruxelliens qui constituent le sous-sol et dans lesquels les eaux filtrent pendant quatre, cinq et six mois.

Ces eaux sont rangées parmi les meilleures du pays. Comme elles titrent en général plus de 20°, qu'elles atteignent en moyenne 24 à 26° et que, par exception, notamment aux périodes de grande sécheresse, elles marquent jusque 30°, quelques auteurs les ont accusées de crudité excessive. Mais, quand on voit toute la population si dense dans cette zone considérable, négliger les moyens de recueillir l'eau du ciel et n'employer pour la lessive comme pour tous les usages domestiques et industriels que leurs eaux de puits, de sources ou de ruisseaux, on est tenté de se demander si ce ne sont pas les reproches qui sont excessifs.

Il est à remarquer que les sables bruxelliens de l'Entre-Senne-et-Geete, en s'étendant au S. jusque sous le versant gauche de la Sambre, procurent des sources de plus en plus tendres; que marquant 25° en moyenne vers le milieu de la zone, elles abaissent leur titre à 20° et à 15° vers la limite méridionale du dépôt. Cependant ce terrain devait présenter à l'origine une composition à peu près uniforme; mais dans la suite les diverses portions de l'ensemble furent délavées différemment, suivant les pluies reçues, les altitudes et les positions relatives. Les portions élevées ne purent que perdre de leurs éléments calcaires, les portions basses et plates durent en abandonner beaucoup moins, et recueillant les eaux de rinçage de l'amont, elles en devinrent plus calcareuses.

Les *eaux courantes* de la zone si animée que nous par-

courons, ont dû nécessairement faire l'objet de très nombreuses analyses effectuées en tous points et en toutes circonstances.

Nous tenons de M. le professeur Blas, pour la *Dyle* et son affluent la *Voer*, un certain nombre d'intéressantes données que nous groupons ici :

PRISES D'EAU.	DATES.	MATIÈRES EN SUSPENSION.	MATIÈRES en dissolution.		DURETÉ.	
			Résidu fixe à 445°.	Organ. (au cam.).	Totale.	Persist.
Dyle, en amont de Louvain	août 1873.	?	215	30	18°5	11°
Id. au milieu id.	Id.	?	280	95	21.0	11
Id. en aval id.	Id.	?	240	30	21.0	11
Id. amont et aval id.	1880.	.....	.....	.....	18.5	
Id. amont Louvain	fév. 1883.	155	380	38	21.7	7
Id. milieu id.	Id.	68	360	35	23	6.5
Id. aval id.	Id.	42	300	45	23	5.3
Voer, moulin Peeters	fév. 1883.	66	430	40	27	7
Id. rue de Malines.	—	67	420	42	29	6

Si l'on écarte du tableau les 95 millièmes d'éléments organiques dus probablement à une cause accidentelle, on déduira des indications restantes :

Que l'eau de la *Dyle*, dans le voisinage de Louvain, est moins saline que les sources de son bassin et que sa crudité relative est sensiblement moins élevée ;

Qu'elle ne contient pas plus de matières organiques que les eaux courantes de l'Ardenne ;

Que ses compositions du mois d'août 1873, période chaude et sèche, ont été plus favorables que celles de février 1883 venant à la suite d'une période froide et longuement humide ;

Que si ce rapport n'est point fortuit, il résulte d'une altération grave de la rivière, dont les causes ont été engendrées dans l'intervalle des dix dernières années.

Pour la *Senne*, en amont de Bruxelles, citons d'abord les résultats généraux de l'analyse que fit M. Depaire d'un des affluents, le ruisseau d'Uccle.

L'honorable professeur y découvrit, en décembre 1882 :  
350 millionièmes de résidu salin, dont 100 de sulfate calcique;

50 de matières organiques,

et 580 de substances totales.

Le laboratoire de l'Hôtel de Ville effectua, à notre demande, quelques essais dont les résultats sont disposés ci-après :

LIEUX DES PRISES.	DATES.	CARACTÈRES EXTÉRIEURS.	MATIÈRES EN SUSPENSION.	MATIÈRES en dissolution.		DURETÉ TOTALE.
				Résidu salin.	Organ. au ca- météon	
Canal de Charleroi en amont de l'écluse 54 .	Août 1882.	Opaline.	?	312	50	19°
Idem.		Lég <sup>t</sup> opal	4	264	50	19°
Senne, près de Sainte- Hélène . . . . .	Août 1882.	Trouble.	?	400	64	26°
Idem.	Avril 1883.	Opaline.	8	348	54	23°
Idem.	Mai 1883.	Lég <sup>t</sup> trouble	16	356	52	25°
Idem.	Juin 1883.	Opaline.	8	360	82	26°
Petite-Senne, à Cure- ghem . . . . .	Août 1882.	Très trouble	?	512	250	28°

D'après ces quelques indications, le *canal*, dont l'alimentation a lieu par des ruisseaux supérieurs de la Senne, ne s'est point purifié de ses souillures organiques, malgré un long parcours, ce qu'il faut attribuer à l'active navigation qui s'y pratique; mais son eau présente des qualités très convenables encore pour la plupart des industries.

La *Senne*, qui traverse la même contrée dans le même sens et que bordent des populations nombreuses et des fabriques diverses, est plus gravement atteinte.

Quant à la *Sennette*, simple dérivation partielle de la *Senne*, elle se classe parmi les eaux les plus corrompues du pays et tombe rapidement dans cet état en servant à quelques manufactures de l'amont de Bruxelles.

Descendons la *Senne en aval de Bruxelles*. Il y a quelque quinze ans seulement, ce cours d'eau, souvent fétide, traversait à ciel ouvert la capitale et ses faubourgs, servait d'égout général, et répandait dans l'espace de dangereux miasmes.

En 1871, l'Administration Anspach inaugura le voûtement de la rivière, fit affluer dans des collecteurs latéraux tous les déchets venant de l'agglomération, et garantit à ses concitoyens une existence à la fois plus sûre et plus longue.

Ces déchets représentent aujourd'hui un débit d'au moins 1 mètre cube à la seconde, ou 86,400 mètres cubes par 24 heures.

Ils furent analysés en 1877 par MM. Peterman et Chevrin, qui obtinrent les résultats généraux consignés dans ce tableau :

OPÉRATEURS ET DATES des ÉCHANTILLONS.	MATIÈRES.	ORGANIQUES.	MINÉRALES.	TOTALES.
Grammes par mètre cube.				
Peterman . . . . .	En suspension.	717.7	490.2	1207.9
7 et 17 décembre 1877 . . . . .	En dissolution.	484.3	1015.1	1499.4
		1202.0	1505.3	2707.3
Chevrin . . . . .	En suspension.	468.5	231.0	699.5
15 décembre 1877 . . . . .	En dissolution.	504.2	1005.8	1510.0
		972.7	1236.8	2209.5

M. Peterman trouva de plus que les échantillons examinés par lui avaient une valeur théorique de 46 centimes au mètre cube.

L'émissaire écoule donc, d'une manière continue, des produits fertilisants qui représentent l'énorme revenu d'environ 40,000 francs par jour. Malheureusement et bien que le nouveau système des collecteurs fonctionne depuis longtemps, ces matières n'ont pu recevoir encore la moindre utilisation définitive; elles sont simplement jetées dans la Senne à 4 kilomètres de l'agglomération; et au lieu d'amender des milliers d'hectares de sables ingrats, comme ceux de la Campine, où du même coup de telles eaux résiduares produiraient l'irrigation, l'amendement et l'alluvionnement du sol, elles continuent à contaminer la rivière et à répandre l'infection sur ses bords.

**La Dendre.** — La Dendre ayant un bassin moins perméable, moins calcaireux, plus argileux dans son ensemble que celui de la Senne, doit fournir des eaux plus variables et moins crues que celles de cette rivière. Ses versants sont très peuplés, surtout aux zones en amont d'Alost, et l'on dit qu'en aval de cette ville industrielle ses eaux sont extraordinairement corrompues.

Immédiatement en amont de Termonde, elles ont été analysées par les chimistes de l'hôpital militaire de l'endroit, qui renseignent ce qui suit :

ÉTAT DE LA DENDRE.	MATIÈRES	MATIÈRES	DURETÉ TOTALE.	OBSERVATIONS.
	FIXES.	organiques.		
	millionièmes.			
En eau abondante .	220	36	19°	Tenears relevées sur des échantillons clarifiés par le re- pos.
En eau rare . . .	260	64	24°	

L'eau de la Dendre est sans doute de composition plus changeante encore que ne l'indique ce tableau. En temps humide, on la considère, après filtration, comme tolérable pour les usages domestiques; en temps sec et chaud, ses matières organiques entrent en décomposition et elle devient dangereuse; mais à toute époque elle est recherchée, au moins après décantation, pour les besoins industriels.

**La Lys.** — La nature argileuse des versants de la Lys ne communique à ses eaux qu'une crudité assez faible, surtout en période humide, et son degré hydrotimétrique moyen sur le territoire belge serait probablement inférieur à celui de la Dendre, si d'autres causes altérantes n'étaient activement intervenues.

Il y a cent ans, la rivière était encore généralement limpide. Cette qualité, jointe à sa teneur peu importante en sels terreux, la fit apprécier des agriculteurs et des industriels. Grâce à l'essor que prit depuis la fortune publique, les rives de la Lys, comme celles de ses plus grands affluents, se couvrirent d'établissements industriels, surtout en France, et de chantiers de rouissage du lin, surtout en Belgique. Il en résulta une rapide et profonde contamination des eaux, la mort du poisson, des conditions de plus en plus compromettantes pour le travail et des émanations pestilentielles qui nécessitèrent la dérivation fréquente de la rivière par le canal de Deynze à la mer.

Cette situation devint intolérable à partir de 1873 et nul doute que la longue sécheresse subie peu après ne détermina les réclamations plus vives qui s'élevèrent alors.

En 1876, l'Etat dut instituer une Commission d'enquête,

et M. le professeur Schwartz fit connaître les observations chimiques résumées ci-après :

LIEUX DES PRISES D'EAU.	DATES.	RÉSIDUS à 100°.	MATIÈRES organiques.	CARBONIQUE CALCIQUE.	REMARQUES.
		millionièmes.			
La Deule près de son embouchure . . . .	13 juillet 1876.	427	92,2	294	
La Becque ou Riez d'Hal-luin près de son embouchure . . . . .	id.	1201	249,0	318	
La Lys avant la Deule .	13 juillet.	360	64,1	265	Peu de lin dans la rivière.
» après » .	»	357	90,0	260	»
» au Diefhout, aval Menin, avant Beq.	»	366	81,1	258	»
» » après » .	»	365	51,7	268	»
» pont palais de justice.	»	367	64,1	265	»
» » .	8 juillet.	357	57,5	259	»
» » .	16 août.	484	201,0	258	Haute température ; très faibles débits ; rouissage actif.
» » .	4 octobre.	360	55,6	265	Débits moins faibles ; rouissage peu actif.

Jusqu'ici nous n'avons rencontré que la Sennette ayant fourni des résultats semblables à ceux que dévoile ce tableau.

Remarquons d'abord, pour la Lys, le peu de variations des teneurs en éléments minéraux, et surtout en carbonate calcique qui annonce une crudité totale de 25 à 26°, titre qu'on observa également en France, au cours moyen de la rivière, dans l'année très aride de 1864.

Mais ce sont les souillures organiques qui doivent particulièrement attirer l'attention.

Déjà, avant de recevoir la Deule, nous voyons la Lys sérieusement atteinte, alors même que le rouissage y est peu

actif ; l'important affluent français aggrave brusquement cet état, qui s'améliore légèrement à l'aval, malgré la traversée de Menin et en dépit de la Becque, le plus infecté des ruisseaux de France ; plus bas, la pollution s'accroît de nouveau par les déchets abondants de l'agglomération courtraisienne, forte d'environ 30,000 âmes, et tout porte à croire qu'en continuant leur trajet au N. ces eaux ne font que s'altérer davantage.

Le même tableau met en évidence l'effet excessif du rouissage, car la teneur en substances organiques, qui n'est que d'une soixantaine de millièmes au commencement de juillet, moment où la Lys mouille peu de lin, s'élève à plus de 200 au mois suivant quand le rouissage acquiert toute son activité, et redescend à la première proportion dès que le lin a réduit l'intensité de son action.

L'intérêt que présentent ces observations fait regretter qu'elles n'aient pu être poursuivies longuement, ni étendues de Courtrai à Gand, ainsi que dans la dérivation de Deynze à la mer, pour permettre de mieux apprécier l'influence des circonstances extérieures sur la composition des eaux.

**Le Haut-Escaut.** — Figuiet rapporte que le Haut-Escaut, en amont de Cambrai, — nous ignorons à quelle époque, — fournit à l'analyse :

294 millièmes de résidu salin ;

Des traces d'éléments organiques ;

Et 1/20 de son volume en oxygène, azote et acide carbonique.

C'est là une composition bien favorable, mais selon toute probabilité le fleuve s'est altéré profondément depuis. D'ailleurs, ses rives à l'aval devenues populeuses et industrielles, ont multiplié les causes de pollution de l'eau, et souvent le rouissage se fait sentir jusqu'à Gand et au delà.

Pour la partie belge de ce bassin, M. le professeur Dony

a montré les compositions d'échantillons d'eaux puisées en divers points :

En 1867, les nombreuses sources de la *Marcq* et de la *Zwalm*, affluents droits de l'Escaut, alimentés par des terrains sableux, argileux, calcareux qui s'étendent en amont et en aval d'Audenarde, donnèrent à ce chimiste :

Comme résidu solide, après évaporation  
de. . . . . 100 à 550 millionièmes ;  
Comme moyenne générale . . . . . 219 »

Et après évaporation, ébullition et filtration, ces dépôts se réduisirent du sixième à la moitié de leur poids.

Les sources de *Dickelvenne*, ruisseau du même versant à l'aval des précédents et alimenté par un terrain plus sableux, fournirent à M. Dony de 53 à 123 millionièmes.

En octobre 1879, les eaux de quelques puits nouvellement percés dans la plaine sableuse, au versant gauche et à 1 kilomètre en amont de Gand, accusèrent :

En résidus salins, de . . . . . 200 à 516 millionièmes ;  
En matières organiques, de . . . . . 4 à 36 »  
Comme crudité relative, de . . . . . 6 à 22° »

En mars 1866, l'eau de l'Escaut puisée au pont du Stroop, à 1 kilomètre en amont de Gand, fournit :

Après évaporation, sans filtration . . . . . 505 millionièmes ;  
Après filtration, puis évaporation . . . . . 200 »  
Après filtration, ébullition, évaporation.  
tion. . . . . 66 »

De plus, l'eau du fleuve puisée, en octobre 1879, au même endroit, recérait en matières organiques, 55 millionièmes.

On peut donc avancer que les sources qui sortent des deux versants perméables du Haut-Escaut sont de bonnes eaux potables titrant une vingtaine de degrés ; peut-être, en temps humide surtout, ne sont-elles point absolument débarrassées de substances organiques, parce que leur filtre est en général peu puissant.

Pour l'eau courante du fleuve, on sait que l'industrie en

fait grand cas, et l'on remarquera sa faible teneur relative en matières organiques, malgré toutes les circonstances qui concourent à la souiller.

**Zones argileuses ypresiennes.** — Au S.-O. du pays, les zones argileuses sont arrosées d'eaux d'une saveur marécageuse, aussi variables de qualité que de débits, mais qui d'une manière générale demeurent en tout temps lessivantes.

De loin en loin, des dépressions dans cette terre grasse réalisent des étangs spacieux que desservent en presque totalité des ruissellements superficiels.

L'un des plus remarquables, celui de Dickebusch, sert à l'alimentation d'Ypres.

L'analyse y découvrit, vers 1879 :

Après évaporation, un résidu total de 505 millièmes :

Après calcination de ce dépôt . . . 401 »

En matières organiques oxydables . . . 28 »

Et une crudité relative de . . . 13°.

Mais une seule analyse d'eaux pareilles est peu concluante; il importerait de connaître leurs modifications selon les temps, et notamment ce qu'elles deviennent après un long séjour au milieu d'une période chaude et sèche.

**Zones sableuses entre la Lys et les polders.** — Nous savons que ces argiles d'Ypres descendent en sous-sol vers le N. et se recouvrent de sables d'épaisseurs croissantes qui servent de filtres aux eaux qu'ils reçoivent. Là où la nappe liquide est à deux ou trois pieds seulement de la surface, ce qui est fréquent, l'eau des puits, peu limpide, est presque toujours souillée de matières organiques; mais elle acquiert plus de constance et de potabilité à mesure que la profondeur de la nappe augmente.

Aux parcelles renflées, surtout entre Gand et Bruges, où se développe, sans interruption, une large bande de sable légèrement calcareux, les conditions du filtre s'amé-

liorent encore, et l'eau du sous-sol, comme celle des ruisseaux qui en proviennent, s'éclaircit et s'amende davantage, tout en dissolvant un peu plus d'éléments calcaires.

**Zones sableuses au N. de Bruges, Gand, Termonde.** — Mais à peine a-t-on dépassé cette bande qu'on retombe dans des sables bas et humides, caractérisés au pays de Waes et qui s'étendent jusqu'aux polders de l'Escaut. De même ici, la couche aquifère se rencontre généralement près de la surface, à quelques pieds de profondeur; l'eau des puits n'y filtre donc qu'au travers d'une couche trop peu épaisse de sable chargé de fumure; sa transparence est rarement complète, et à maintes reprises l'analyse y a découvert :

Près de 400 millièmes de résidu total;

Plus de 50 » de matières organiques;

Des sulfates, de l'acide nitrique et des traces d'ammoniaque.

Comme dans ces contrées plates, la nappe liquide est presque horizontale, les moindres ondulations montantes du terrain augmentent la distance verticale de la surface à l'eau, et les puits creusés dans ces légers bombements y recueillent toujours une eau plus limpide et plus satisfaisante qu'aux étendues inférieures.

**Polders.** — Aux polders, les bas niveaux du sol, ses ondulations insensibles, la nappe liquide gisant près de la surface, donnent lieu aux mêmes observations; et si, d'une part, les terres y sont plus argileuses, plus actives et moins fumées, d'autre part, la tourbe exerce fréquemment son action infectante sur les eaux qui la touchent. Assez généralement elles apparaissent limpides, mais avec un reflet verdâtre; puisées profondément, elles n'en sont que plus médiocres; et près du niveau de la basse-mer, à plus de 6 kilomètres du rivage, elles affectent une salure déjà prononcée.

Dans les rigoles, les ruisseaux et les canaux, le défaut de mouvement favorise leur corruption, elles contiennent d'autant plus de sel marin qu'elles sont plus rapprochées de la

mer, et les chaleurs prolongées les rendent parfois putrides.

M. Maryssael, d'Ostende, ayant analysé les eaux du canal de Nieuport, leur trouva une crudité relative d'environ 14°, et des quantités de matières organiques toujours faibles, mais variables selon les époques.

Au canal d'Ostende à Bruges, il observa en 1869 et 1870 :

Qu'en amont d'Ostende, les eaux titrant 17° et recélant beaucoup de matières organiques, s'adoucissaient et se purifiaient dans la direction de Bruges;

Qu'à mi-distance, elles se trouvaient à peu près débarrassées de souillures, avec une crudité relative abaissée à 15°;

Que l'eau puisée dans cette dernière position, à 2 mètres de profondeur, n'accusait plus que 12 à 12° 1/2 et des substances organiques en moindres quantités qu'à la surface, mais que près du fond ces matières augmentaient en même temps que le titre s'élevait à 14° 1/2.

Notons ce fait extraordinaire qu'à certaines époques des brasseurs d'Ostende trouvent profitable d'aller à plus de 25 kilomètres de chez eux chercher l'eau du canal de dérivation de la Lys, entre Oostkerke et la mer, témoignant ainsi, d'une part, de l'extrême misère qu'ils éprouvent chez eux; d'autre part, de ce que des masses d'eau répugnantes venues de Deynze ont peu à peu dégagé leur corruption par un long cheminement à l'air et à la lumière, à travers une contrée simplement agricole.

**Les Dunes.** — Les Dunes s'étendent en réalité sur une largeur beaucoup plus grande que ne l'indiquent les cartes.

C'est ainsi que Furnes, à près de 4 kilomètres de la limite intérieure des monticules, est encore, à l'exception du quartier de l'E., fondée sur des sables de mer.

L'eau que les habitants soutirent de ces sables passe pour être abondante et potable, cependant il n'est pas probable qu'elle soit débarrassée de matières organiques.

Nieuport, également figuré dans les polders, a pour sol

et sous-sol des sables de mer qui fournissent, à ce que l'on rapporte, de bonnes eaux à la population.

Ces circonstances doivent se répéter en beaucoup de points et il importe de les signaler en vue de l'alimentation des communes du littoral.

Sous les Dunes proprement dites, on recueille une eau douce qui est très estimée, toujours fraîche et claire, marquant 10 à 18°, et partant aussi convenable pour la lessive que pour les autres usages; mais quand les puits descendent près de la cote 0, c'est de l'eau saumâtre qu'ils découvrent.

**Bas-Escaut; Escaut-Maritime.** — Revenons à l'Escaut. Nous l'avons vu, en amont de Gand, de composition favorable, tenant en dissolution :

200 millièmes de résidus totaux

Et 55 de matières organiques.

Nous ne connaissons pas les variations que subit cette eau suivant les époques; il est possible que ces teneurs indiquent moins que la moyenne, et l'on sait que par moment elle sent le rouissage.

Le fleuve en recevant la Lys et en traversant la grande et vieille cité manufacturière dont il emporte tous les déchets, doit s'altérer profondément.

Mais de là à Termonde, il se corrige, s'épure et décante.

C'est ainsi qu'en abordant cette ville, son eau préalablement décantée contient d'ordinaire, d'après les chimistes de l'hôpital militaire de l'endroit :

290 millièmes de résidu fixe;

48 de matières organiques;

22° de crudité relative.

Dans ces conditions, les médecins comme les riverains, la considèrent, quand elle est filtrée, comme propre à tous les usages domestiques, ce qui prouve simplement que l'honnête indigence se contente de peu.

L'Escaut, arrivé à ce point de son cours, subit déjà des

marées notables, mais son eau n'en reste pas moins douce en tout temps, avec 64 millièmes de sel marin, quand la Dendre, avant son embouchure, en contient 47. Cependant les grandes marées augmentent les degrés de salure, et le fleuve est franchement saumâtre à Termonde, chaque fois que des reflux extraordinaires font monter le niveau d'étales au-dessus de la cote 6.

Plus bas, l'action croissante des marées, le va et vient, les remous qui en résultent, salissent les eaux et augmentent donc en notable mesure les matières en suspension.

Devant le Rupel, l'Escaut est toujours saumâtre à marée haute, mais légèrement; cette salure se propage en s'atténuant vers l'amont et elle se manifeste jusque dans la Durme, la Nèthe, la Dyle et la Senne, sans jamais atteindre ni Lierre, ni Malines, ni Termonde, à moins de marée exceptionnelle.

Aux reflux ordinaires, l'eau du fleuve redevient douce dans toutes ces directions et se maintient telle jusque près d'Anvers, où sa densité représente 1,002.

En aval de cette cité, elle est invariablement saumâtre, et sa teneur en matières salines et autres, dissoutes ou non dissoutes, augmente graduellement.

Dans le voisinage de Lillo, Eug. Bidaut trouva, en 1849, pour un litre d'eau du fleuve puisée en cet endroit :

5<sup>3</sup>,000 de matières en suspension ;

15,812 de substances salines en dissolution ;

1,188 d'éléments organiques dissous,

et 18<sup>8</sup>,000 de matières totales.

Cet ingénieur soutint, avec raison selon nous, qu'une eau semblable serait éminemment efficace pour l'irrigation des étendues sableuses du voisinage.

A Bath, feu Stessels obtint, en 1862, pour l'eau de l'Escaut, une densité de 1,008.

Plus loin, c'est de plus en plus l'eau de mer d'où proviennent toutes les eaux intérieures et dont nous avons rappelé déjà les densités et les compositions variables.

**Eaux artésiennes.** — Nous avons reconnu l'existence de deux couches artésiennes belges :

La première qu'alimentent les terrains rocheux tapissés ou non de limon perméable au midi de nos régions terreuses, et qui de là descend sous les argiles de Landen et d'Ypres ;

La seconde, constituée par l'eau ordinaire des zones ondulées et des Flandres, et qui passe en s'infléchissant au N. sous l'argile du Rupel.

Les qualités d'une eau souterraine, sa composition en éléments minéraux et organiques, dépendant des massifs traversés, des gaz qui les imprègnent, et de la durée de la filtration, il en résulte que les sources d'une même couche artésienne doivent contracter des propriétés bien différentes selon les points où elles ont été recueillies.

Si l'on se place à la naissance de la première couche, par exemple dans la vallée de la Senne, à peu de distance en aval de Hal, là où l'eau cheminant dans les fissures du grès ou du schiste vient de s'engager sous l'argile ypresienne, la source obtenue aura toutes chances d'être semblable à l'eau des puits ordinaires voisins.

Mais cette eau artésienne, en descendant au N., filtre avec une lenteur extrême dans des terrains de nature variable, sableux, sablo-argileux, crayeux, marneux, etc. ; dans un long parcours elle rencontre des substances minérales de tout genre ; plus elle avance, plus elle s'enfonce, plus elle est pressée et plus sa température s'élève, circonstances favorables à la dissolution des éléments rencontrés.

Le même raisonnement s'applique évidemment à la seconde couche artésienne.

Les quelques analyses classées ci-après accusent les plus singulières dissemblances dans la composition des sources de ces provenances.

Pour les échantillons de Bruxelles et de ses environs, nous voyons les résidus salins varier de 214 à 692 millièmes ; les matières organiques sont très peu notables, mais rarement nulles, malgré l'énormité du filtre traversé ; la proportion de sel marin s'élève fréquemment à plus de 50 p. c. de la

Eaux artésiennes. — Résultats d'analyses.

POSITION DES PUTS (CHIMISTES).	PROFONDEURS TERRAINS ATTEINTS.	MATIÈRES EN DISSOLUTION.			REMARQUES.
		Résidu salin.	Organiq.	Crudité totale.	
Vallée de la Seine.					
Ruysbroeck. — Filature. (?)	32 m., grès-schistes.	214	?	20°	Chaux, magnésie, fer.
Uccle. — Brasserie (M. Depaire).	50 m., schiste.	450	null	35°	Puits récent. Eau trouble, sel marin 92.
Forest, rue Fonsny. — Brasserie (M. Puttemans).	grès-schistes.	656	8	26°	Puits récent. — Sel marin 579.
Saint-Gilles. — Distillerie, rue de Russie (M. Puttemans).	65 m., schistes-grès.	400	12	35°	Puits récent; eau un peu trouble; matière en suspension 50; peu de sel marin.
Cureghem. — Bougies. (?)	73 m., schistes-grès.	692	null	12°	Chlorures 540.
Molenbeek. — Brasserie (M. Puttemans).	72 m., grès.	602	5	16°	Sel marin 584.
Schaerbeek. — (Id.) rue Masui.	76 m.	390	12	29°	Sel marin 99.
Gand. — Filature, rue Charles-Quint (De Hemptinne).	175 m, base landerienne.	1810	null	null	Sel marin 675.
Gand. — Saint-Denis au Sud (De Hemptinne).	id.	2288	null	null	Chlorure potassique 530.
Ostende. — Distribution (M. Maryssael).	300 m., schistes-grès	3050	null	null	Très chlorurée.
Tamise. — Usine (De Hemptinne).	79 m., sables laceniens sous-rupéliens.	1147	null	2°	Sel marin 367.

substance totale en dissolution, et la crudité passe de 12 à 35° entre des points rapprochés.

Plus avant, dans la Basse-Belgique, autour de Gand, et plus loin encore, à Ostende, le résidu salin de l'eau artésienne s'élève extraordinairement avec grande proportion de chlorures, mais toute matière organique disparaît en même temps que les sels terreux, et la réaction devient alcaline.

Quant à la seconde couche, nous n'en possédons jusqu'ici que l'échantillon de Tamise, venant de dessous l'argile rupelienne, qui commence à 4 kilomètres seulement au S. ; et il prouve que l'eau, primitivement chargée de sels terreux et de souillures organiques, s'est complètement purifiée en route, en devenant aussi tendre que l'eau du ciel, mais en dissolvant 1,147 millièmes de sels divers, dont près de 25 p. c. de chlorure sodique.

**Eaux du sous-sol des villes.** — Nous avons à dessein laissé de côté les puits creusés dans le sous-sol des villes, parce que s'ils occupent une place peu appréciable dans les bassins des rivières, par contre ils exercent une action majeure sur la santé publique.

Feu l'ingénieur Laduron trouva, vers 1868, pour les parties basses et moyennes de *Charleroi*, de 28 à 118 degrés de crudité, des matières organiques et des sulfates abondants.

M. l'ingénieur Dumont constata, vers 1855, pour les puits de *Liège* :

- Des résidus salins de 650 à 2,120 millièmes ;
- Des matières organiques et sulfatées considérables ;
- Des crudités relatives de 56 à 122°.

Plus tard, M. Philippaert, pour la même ville, obtint :

- Des résidus de 215 à 1,710 millièmes ;
- Et des titres de 45 à 95° »

A *Gand*, M. le professeur Dony trouva, vers 1866, pour

quelques pompes publiques dont les eaux étaient rangées parmi les meilleures de la cité :

De 303 à 1,166 milligr. par litre.

En 1880, opérant sur des échantillons de 7 puits pris au hasard, il recueillit :

Des teneurs en substances organiques de 66 à 213 mill.;

Des résidus totaux de . . . . . 750 à 2,800 »

Et une crudité variant de . . . . . 42 à 103° »

En 1872, M. Puttemans analysa les eaux de 16 puits d'*Anvers* et obtint les résultats suivants :

Un seul échantillon abaissa son titre à 34°;

Tous les autres, chargés de souillures organiques, de sulfates, de chlorures en quantités souvent notables, accusèrent des crudités de 56 à 156°.

A *Louvain*, M. le professeur Blas obtint en moyenne pour les eaux de dix puits :

Un résidu fixe de . . . . . 1,450 millièmes;

Des matières organiques s'élevant à 67 »

Une crudité totale de . . . . . 59°.

Certaines eaux lui fournirent :

Comme résidu salin . . . . . 2,000,

En souillures organiques. . . . . 100,

Comme dureté. . . . . 150°.

A *Termonde*, le service médical militaire constata jusque 96° pour les eaux souterraines des casernes et dut les proscrire.

A *Blankenberghe*, M. J. Wauters releva pour des eaux de puits réputées bonnes :

Des résidus solides de 1,160 à 3,140 millièmes;

Des titres allant de . . . . . 44 à 108° »

Le même chimiste, examinant quelques puits d'*Ixelles*, trouva généralement des résidus de 1 à 2 grammes et plus au litre, avec des matières organiques souvent supérieures à 50 milligrammes.

Le service de chimie de *Bruxelles*, qui couramment analyse l'eau des puits de la capitale, a relevé :

Des teneurs en matières organiques allant de 0 à 1,600 millièmes ;

Des crudités relatives rarement en dessous de 30°, presque toujours supérieures à 50°, souvent à 100° et qui ont dépassé 400° dans des échantillons contenant d'énormes quantités de chlorures terreux.

On apporte parfois à l'opérateur des flacons d'eau troublée, fétide, de saveur repoussante.

On soumet à son examen des eaux louches où flottent des nuages graisseux et des filaments visqueux.

Des familles nombreuses s'alimentent de cette liqueur horrible.

Et l'administration communale doit maintes fois user de rigueur pour les empêcher de s'en infecter.

Toutes les villes anciennes, grandes et petites, sont soumises à cette calamité. Leur sous-sol, primitivement intact et fournissant des eaux meilleures, s'est peu à peu corrompu par les égouts, par le gaz, par les matières et les déchets de toutes sortes, enfouis ou descendus dans la terre ; aucune circulation d'air ne vient plus anéantir ces substances ; la corruption progresse, le filtre naturel est toujours plus perfide, et si l'eau qu'on en retire est brillante, elle est d'autant plus dangereuse : c'est qu'elle a longuement et lentement macéré dans ces antiques charniers.

---

IX.

ÉTAT ACTUEL DE L'HYDROLOGIE BELGE. —  
RÉSUMÉ. — CONCLUSIONS.

Nous venons de décrire ce qu'il nous a été permis d'apprendre touchant l'hydrologie belge.

Jetons un regard en arrière et rappelons à grands traits les points qui nous ont le plus impressionné, afin d'en dégager clairement l'enseignement nécessaire.

**Connaissances préliminaires.** — Quant aux connaissances préliminaires et relatives à la surface, au climat, aux terrains du royaume, nous avons été, on s'en souvient, fort inégalement servi.

La *surface* est aujourd'hui nettement établie. Les bonnes cartes du dépôt de la guerre fournissent pour un bassin quelconque une représentation suffisante de l'étendue, des niveaux, des prairies, des champs, des bois et des friches.

Le *climat*, remarquablement défini pour la capitale, l'est incomplètement ailleurs et pas du tout en ce qui concerne les pluies, pour des zones très importantes du territoire.

Les chutes pluviales variant d'une manière sensible entre des points rapprochés, qu'est-ce donc qu'une seule station pour tout le bassin du littoral, une seule station à l'aval de tout le bassin de la Lys et du Haut-Escaut, une seule station pour tout le bassin de la Senne?

Et ce sont là les portions du pays les mieux partagées. Les bassins de la Dendre, de la Haine, de la Dyle, des Nèthes, du Demer, du Geer, comme toute l'étendue condrusienne, toute l'étendue ardennaise, tout le Bas-Luxembourg, ne possèdent rien ou presque rien en fait d'observations suivies, de longue haleine, sur les eaux tombées.

Sous le rapport *géologique*, peu de contrées sont mieux renseignées que les nôtres. Depuis longtemps, le sagace Dumont nous a fait connaître, graphiquement, le *sol* et le *sous-sol* au point de vue minéralogique; et la *superposition des terrains* ou la figuration au moyen de coupes de nos couches diverses, perméables ou imperméables, n'est pas loin d'être convenablement déterminée.

Pour la même raison, la *répartition des eaux en sous-sol*, ou la fixation des couches aquifères forcées et libres, sortira bientôt du vague qu'elle affecte çà et là; mais nous pouvons dès maintenant avancer que nous savons assez bien ce qui se passe hydrologiquement sous nos pieds.

Une circonstance étrange, c'est que la *nappe d'eau*, ou *nappe aquifère*, variable selon les saisons, dont le rôle est si grand dans les fonctions du sol et dont la connaissance est si facile à obtenir, n'a été relevée que pour de très faibles étendues relatives.

Il nous reste donc bien des données à recueillir, à mettre en ordre, à rendre par des courbes, des plans et des coupes, avant que nous puissions nous flatter de posséder sérieusement la base de notre hydrologie.

**Débits des sources et des rivières.** — Quant aux débits des sources et des rivières, il nous a fallu à chaque pas constater notre ignorance.

Parmi les *zones ardennaises*, un seul bassin, celui de la Gileppe, a fait l'objet d'un examen longuement soutenu, c'est-à-dire que nous avons acquis d'assez bonnes données pour un point extrême d'une vaste superficie inégale et vigoureusement mouvementée.

Nous avons vu que les produits journaliers à l'hectare de ce petit torrent sont susceptibles de tomber à près d'un quart de mètre cube, pour s'élever peut-être à 200 mètres cubes;

Que pendant 250 jours consécutifs ils s'abaissent à 3<sup>m<sup>3</sup></sup>,2 et remontent à 8<sup>m<sup>3</sup></sup>,88 pour une série de 540 jours;

Que la moyenne générale paraît dépasser légèrement 16 mètres cubes ;

Que les débits ont varié dans le rapport de 1 à 760, écart extraordinaire franchi en un court intervalle ;

Que les rendements peu connus, malgré les bonnes observations faites, fléchiraient par les périodes les plus sèches à moins de 1 1/2 p. c. de la pluie annuelle correspondante, s'élèveraient par les fortes pluies persistantes à plus de 80 p. c. et se tiendraient en moyenne générale au-dessus de 50 p. c.

Pour les autres bassins ardennais, on rapporte quelques résultats peu certains; encore concernent-ils un passé déjà loin de nous, et mis en regard d'observations plus récentes et insuffisantes pratiquées au confluent des deux Ourthes, ils annoncent que les débits des cours d'eau dans ces parages se seraient notablement affaiblis depuis un demi-siècle.

Ces superficies rocheuses plus ou moins déboisées, moins dominantes que les versants de la Gileppe, semblent aussi moins bien partagées; et si l'on y considère d'amples surfaces, une centaine de mille hectares, par exemple, on est conduit à penser que les minima s'affaissent moins, que les maxima ne montent pas si haut, que les variations sont moins rapides, les moyennes générales beaucoup plus faibles et les rendements plus réduits que dans le petit bassin pris comme terme de comparaison.

*Les rivières exclusivement condrusiennes*, comme l'Eau-d'Heure, l'Hermeton, le Bocq, le Hoyoux, ne nous ont procuré que des indications rares et vagues, bien qu'elles soient capables d'un travail irrégulier mais gigantesque, que l'homme peut d'ailleurs uniformiser à volonté et que les industries multiples d'une région active et riche mettent largement à profit.

Le bassin de la Meuse, jusqu'à l'amont de Namur, est essentiellement formé de zones rocheuses, où cependant, en beaucoup d'endroits, le sol est absorbant et le sous-sol fortement crevassé.

Or, d'après des constatations qui méritent confiance, le

fleuve, au point cité, n'abaisserait pas ses produits quodidiens en dessous de  $1^{\text{m}^3},4$  à l'hectare.

Presque tous les ans, il fléchirait à  $5^{\text{m}^3},5$ .

Trois fois dans l'espace de ces 40 dernières années, ses produits unitaires auraient oscillé entre ces deux limites pendant six mois consécutifs ;

Tous les ans, à peu près, il atteindrait aux lignes de débordement, 60 mètres cubes ;

Aux grandes inondations, il paraît fournir 180 mètres cubes ;

La moyenne générale serait de 15 à 14 mètres cubes ;

Et le rendement, pour cette moyenne, d'environ 50 p. c.

Relativement à la *Sambre*, artère magnifique d'une des vallées les plus mouvementées du monde, nous n'avons pu relever que deux ou trois chiffres douteux, d'où il résulterait que la rivière, en étiage d'année moyenne, fournirait près de 5 mètres cubes à l'hectare et par jour.

Voilà pour nos régions de montagnes ; passons à la *Belgique terrestre*.

Aux zones ondulées, c'est l'*Entre-Senne-et-Geete* qui absorbe le plus d'eau, l'emmagasine le mieux et la rend avec le plus de régularité dans les vallées.

Le petit bassin du *Hain* s'y distingue par ses conditions favorables. Ses produits unitaires en eau de source seulement sont évalués :

En période très aride, à 4 mètres cubes ou un peu moins ;

Aux conditions moyennes, à 5 mètres cubes ou un peu plus ;

Et les rendements correspondants, si l'on admet bien gratuitement qu'il y pleut comme à Bruxelles, oscillent de 55 à 27 p. c.

Beaucoup de ruisseaux et de petites rivières des étendues considérées doivent fournir de pareils résultats, mais l'évidence n'en est pas établie.

La *Dyle*, à Louvain, produisit en 1876 et à la fin d'un été très sec  $4^{\text{m}^3},65$  par hectare et par jour.

Il est permis d'admettre :

Que le minimum de cette rivière ne descend guère sensiblement en dessous de celui du Hain ;

Que sa moyenne est supérieure à 5 mètres cubes ;

Et que son rendement, relatif à la moyenne, atteint environ 25 p. c., si l'on suppose, toujours gratuitement, qu'il pleut dans ce bassin comme sur la capitale.

Les zones latérales aux précédentes, également ondulées mais peu absorbantes, donnent lieu dans leur ensemble à des produits très irréguliers et beaucoup plus réduits par les périodes arides.

A l'E., le bassin du *Geer*, grâce à sa couche aquifère puissante, fournit encore 4 mètres cubes à l'hectare en année sèche non exceptionnelle; mais la *Mehaigne*, dans les mêmes circonstances, fléchit à 2 mètres cubes, à cause de son sous-sol mauvais régularisateur.

A l'O., les autres zones ondulées : le *versant gauche de la Senne*, tout le *bassin de la Dendre*, et même celui de la *Haine*, procurent des résultats aussi défavorables.

Aux *étendues sableuses de la Campine*, les parties où le sol est suffisamment distant de la couche aquifère absorbent sans doute beaucoup d'eau, mais on ignore dans quelle mesure; et si l'on y envisage des étendues considérables, comme le *bassin des Nèthes*, on est porté à croire que leurs produits unitaires ne descendent pas sous 1<sup>m</sup><sup>5</sup>,5, qu'ils sont très variables et qu'ils décuplent à quelques jours d'intervalle.

Le *bassin du Demer*, complexe et mal conditionné, retentif à gauche, sableux mais mouillé à droite, n'a donné à l'époque la plus aride du demi-siècle passé que 850 litres par hectare et par jour, ce qui, pour une pluie supposée de 400 millimètres, fait tomber le rendement à 8 p. c.

La crue de décembre 1880 représentait à l'amont d'Aerschot un produit unitaire de 44 mètres cubes, et ce chiffre est probablement loin de représenter un maximum.

A la même époque calamiteuse, le *bassin de la Senne*, dont la constitution est très irrégulière, bonne à l'E., mauvaise au S. et à l'O., ne donna que 1<sup>m</sup><sup>3</sup>,75 à l'hectare, d'où

résulterait pour une chute pluviale hypothétique de 450 millimètres un rendement de 14 p. c.

Les plus grandes eaux de cette rivière, jaugées à Bruxelles, atteignirent deux fois, de 1850 à 1880, près de 140 mètres cubes à l'unité superficielle; et ce taux extraordinaire, jusqu'à vérification expérimentale, devrait être appliqué à la Haine, à la Dyle et à la Dendre, tout au moins dans leur cours supérieur, là où des vallées étroites et déclives évacuent avec rapidité les eaux reçues.

On n'a de renseignements sérieux ni pour la Durme, ni pour l'Yperlée, ni pour l'Yser, ni pour les cours d'eau du littoral qui jadis, comme aujourd'hui, jouèrent un rôle si important.

La *Lys*, en 1857-58, c'est-à-dire à l'époque de la plus grande sécheresse qui désola son bassin, réduisit ses produits unitaires à 648 litres, avec rendement d'environ 6 p. c.; ses plus fortes crues représentent 66 mètres cubes seulement de Courtrai à Gand, et ses niveaux habituels 2 mètres cubes.

Pour le *Haut-Escaut*, on ne releva, lors de la terrible période précitée, que 524 litres à l'hectare, chiffre qui correspond à un rendement approximatif de 5 p. c.; la moyenne y est sans doute supérieure à 2 mètres cubes; et ses plus grandes inondations de Tournai à Gand eurent lieu par un produit unitaire de 22 mètres cubes, taux singulièrement bas, qui s'explique par le défaut de pluies générales dans le bassin et par les faibles pentes d'une large vallée d'autant plus promptement et plus longuement éprouvée aux moindres débordements de la rivière.

**Qualités des eaux.** — Arrivons maintenant aux qualités des eaux et disons de suite que nos données sont trop rares, à peu d'exceptions près, pour permettre une appréciation sûre des eaux superficielles et souterraines dans les nombreux états qu'elles affectent.

Alors que l'eau des bonnes citernes présente une crudité totale de 5 à 6°, avec 20 millièmes environ de matières organiques, les eaux courantes ardennaises, d'après quelques

analyses faites à des époques de calme relatif, titrèrent en général moins de 5° et fournirent en substances organiques des teneurs allant de 10 à 55 millièmes. Il est remarquable que précisément les échantillons les plus purs, comme composition, furent taxés d'impropres à la consommation.

Dans la *région condrusienne*, les ruissellements superficiels se contaminent davantage, leur crudité se relève dans une forte mesure, et suivant la nature des zones parcourues ils accusent de 19 à 25°. Les eaux du sous-sol, presque toujours bonnes et de composition constante quand elles sont puisées à quelque dix pieds de la surface, se tiennent sous le rapport hydrotimétrique dans les limites précitées.

La *vallée houillère* offre sur des espaces restreints les eaux les plus opposées : d'un côté, on les trouve débarrassées d'éléments nuisibles avec des crudités totales de 10 à 25° ; ailleurs, elles sont chargées de souillures : matières organiques, sulfates, azotates, et accusent des titres extraordinaires allant à 120° et au delà.

*Nos grandes rivières de montagnes*, qui, comme la *Vesdre*, l'*Amblève*, l'*Ourthe*, la *Lesse*, sillonnent des zones ardennaises d'abord et condrusiennes ensuite, ne paraissent guère élever leur dureté au-dessus de 6 à 7°.

La *Sambre*, en amont de Marchienne, est une belle et bonne rivière. Par les temps secs, elle y roule une eau claire, accusant 20 millièmes de substances organiques et des titres de 16 à 20° ; aux périodes humides, elle se trouble, mais sa crudité descend jusque 12°. En aval, les versants charbonniers altèrent ces qualités, mais elle reste précieuse pour les usages industriels et, convenablement filtrée, elle ne paraît point à dédaigner même comme eau alimentaire.

La *Meuse*, avant d'aborder Namur, titre 16° et trahit à peine des traces d'éléments organiques ; plus loin, elle garde ses brillants avantages ; à son entrée à Liège, elle n'est pas moins favorable, et sur tout son développement belge elle se distingue comme une des meilleures eaux courantes qui existent.

Dans la *Belgique terreuse*, envisageons, pour commencer, l'eau de couches ordinaires.

C'est sous la *région ondulée* que nous avons trouvé les eaux les mieux élaborées.

Au bassin du Geer, comme au versant gauche de la Mehaigne, aux bassins des Gêtes et de la Dyle comme au versant droit de la Senne, au bassin de la Haine comme aux plateaux supérieurs de l'Orneau et du Piéton, nous avons vu que les sources titrent en général de 20 à 50°; que la moyenne est d'environ 25°; que, par exception et aux étendues méridionales, autour de Rènes, de Gembloux, de Fleurus, de Gosselies, d'Anderlues, on trouve 18° et moins; que toujours, quand ces eaux sont régulières de débit, elles sont de composition constante, de température uniforme et purifiées de toute souillure organique.

Dans la *région basse*, les zones sableuses de la Campine et des Flandres dissimulent assez rarement des eaux à plus de cinq mètres de profondeur, et les puits ordinaires les recueillent dès lors dans un état de parfaite potabilité, si, bien entendu, des tourbes ne se cachent point dans le voisinage. Plus fréquemment, la nappe liquide git à une couple de mètres sous le sol; aux endroits les plus favorables, l'analyse y découvre des traces de substances organiques, ailleurs de 10 à 20 millièmes, et par exception 40. Aux parties les plus basses, là où la nappe aquifère se rencontre à quelques décimètres seulement de la surface, l'eau est toujours d'une salubrité douteuse, rarement claire, recelant d'ordinaire 50 millièmes, parfois 75 de matières organiques, et accusant une crudité de 5 à 25°, selon les périodes et les proportions de sels calcaires disséminés dans les terres.

Les *eaux artésiennes* nous ont fourni des teneurs très dissemblables et croissantes du S. au N. et à l'O., à mesure que les échantillons sont recueillis plus bas.

Sous l'agglomération bruxelloise, ces eaux accusent de 16 à 55° hydrotimétriques, de 0 à 12 millièmes d'éléments organiques et des résidus salins souvent notables, où les chlorures tiennent une place importante. Plus avant, sous

Tamines, Gand, Ostende, la souillure organique disparaît complètement, la crudité s'annule, mais l'ensemble des substances dissoutes devient extraordinairement élevée avec prédominance de plus en plus grande de chlorures.

Nous avons constaté à quel point l'eau du sous-sol des villes et des agglomérations industrielles est profondément corrompue; nous y avons relevé dans des échantillons de bonne apparence des titres qui, rarement, s'abaissent en dessous de 50°, qui atteignent et dépassent 400°, le tout avec d'énormes proportions de sulfates, d'azotates et de souillures organiques repoussantes.

Quant aux eaux courantes des mêmes régions terreuses, elles sont presque partout exposées à contracter des altérations excessives, à cause de la culture, de l'industrie et des populations denses de leurs bassins.

C'est ainsi que le *Geer*, la *Mehaigne* et la *Haine* doivent présenter habituellement et surtout par les temps secs d'été plus de 40 millièmes d'éléments organiques et 20 à 25° de crudité totale.

Le *Demer*, de Diest à Aerschot, se pollue davantage, puisqu'en temps ordinaire il a fourni de 75 à 100 millièmes de souillures organiques avec un titre de 20° environ.

La *Nèthe*, non loin de son embouchure et à marée basse, affecte, suivant les époques, des compositions très variables, comme toutes les rivières sans doute. En période humide, sa part de matières organiques peut descendre en dessous de 6 millièmes, comme elle peut dépasser 70 millièmes par les étés secs; et sa crudité, qui, en eau abondante, s'abaisse à 10°, n'atteint guère 18° par les plus faibles débits.

La *Dyle*, à Louvain et aux conditions moyennes, paraît titrer un peu plus de 20° et recéler de 50 à 45 millièmes de substances organiques.

La *Senne*, en amont de Bruxelles, est beaucoup moins favorable, car, aux niveaux habituels, elle accuse de 50 à 60 millièmes de souillures organiques et 25° environ de crudité totale.

La *Dendre*, à son embouchure, est sensiblement moins polluée et son titre est inférieur de plusieurs degrés.

La *Lys*, avec ses teneurs en matières organiques variant dans l'espace de quelques semaines de 50 à plus de 200 millièmes, est devenue un cloaque souvent fétide, qui menace gravement la santé comme les intérêts des populations riveraines.

L'*Escaut*, avant d'aborder l'agglomération gantoise, paraîtrait jusqu'ici d'assez bonne qualité, si l'on considère qu'à une époque ordinaire son eau n'a présenté que 35 millièmes de matières organiques et un titre inférieur à 20°; mais, en aval, le fleuve reçoit la *Lys* et les égouts de la ville qui l'infectent; sans doute il s'amende en descendant; et arrivé à Termonde il accuse encore d'ordinaire 45 millièmes de souillure et 22° hydrotimétriques.

Nous laissons de côté l'*Escaut-Maritime*, ses débits, ses marées et les qualités de ses eaux, comme intéressant moins directement notre sujet.

**Conclusions.** — Voilà donc, en substance, à quoi se réduit notre hydrologie : peu de données positives, le doute enveloppant la plupart d'entre elles et comme lien la complaisante hypothèse.

Il doit exister plus de renseignements : on n'a pas institué de nombreuses commissions de salubrité publique avec mission spéciale d'examiner les cours d'eau ; on n'a pas construit tant d'usines hydrauliques, ni fondé tant et de si remarquables ouvrages en travers des rivières, sans qu'on ait relevé d'abondantes et sérieuses indications relatives aux qualités comme aux débits tous les jours variables de leurs eaux.

Ces résultats, qui formeraient la base d'une science à créer, demeurent enfouis dans la poussière des archives, où ils gisent comme des pierres précieuses au milieu de vieux et volumineux décombres.

On y fouillerait bien si l'on était sûr de faire des trouvailles heureuses; mais on appréhende leur rareté parmi d'imposants déchets; et l'on présume trop peut-être qu'il y

aurait à éliminer immensément de gangue pour découvrir les points brillants d'où jaillit la lumière.

Si nous avons eu la prévoyance et la patience de rassembler, à mesure qu'elles paraissaient, les déterminations hydrologiques de nos anciens, nous serions aujourd'hui mieux pourvus et moins embarrassés pour une foule de questions du plus haut intérêt.

Ce que nous avons négligé de faire en vue du présent, nous serions coupables de ne point le réaliser au sujet de l'avenir, car notre situation générale des eaux devient de plus en plus difficile.

Assurément, nous ne sommes pas dans ce pays plus arriérés qu'ailleurs ; partout l'hydrologie reste dans le vague et l'obscurité ; mais, surtout en Belgique, cette science devrait sortir d'un état peu digne des progrès du siècle : avec notre population la plus dense de l'Europe, dans nos conditions particulières de petit pays neutre, entourés de grands voisins poussant au protectionisme, c'est-à-dire à l'égoïsme, et qui plus avantagés que nous commencent à lutter sur notre propre terrain, forcés conséquemment à nous débattre de plus en plus dans nos étroites limites, nous sommes tenus d'utiliser scientifiquement toutes les parties du territoire et de tirer de toutes choses la plus grande somme d'effet utile.

L'hydrologie peut et doit concourir à cette fin, mais il faut pour cela qu'elle devienne une science claire, simple, de grande utilité immédiate et pratique ; elle peut et doit enseigner la conduite, l'action bonne ou fâcheuse des eaux à la surface, en sous-sol, à toutes profondeurs, et comment on change les effets nuisibles en résultats favorables ; elle doit, en s'appuyant non pas sur de vaines hypothèses, mais sur des séries de données positives, éclairer les intérêts de toute la nation en quelque point que ce soit : les intérêts de l'agriculture, de l'industrie, des transports, de la santé, de la sécurité, du bien-être des agglomérations.

Jusqu'ici les données sont le plus souvent parties de l'initiative privée, qui n'a senti que ses besoins du moment,

qui a procédé sans toutes les précautions nécessaires; et les résultats se sont perdus ou sont allés échouer en des lieux quelconques d'où leur exhumation est parfois trop pénible.

Si l'on veut judicieusement aboutir, il faudra procéder avec ensemble, avec unité; poursuivre les recherches par les plus sûres méthodes; faire constamment et régulièrement converger toutes les indications bien recueillies vers un centre d'élaboration et de lumière, où elles seraient analysées, triées, coordonnées et enfin présentées sous une forme accessible aux masses.

Il faut pour cela un personnel instruit, exercé, répandu sur toute la surface du pays et une direction générale qui ait une autorité paternelle mais en tous points efficace.

L'État seul est en situation de créer presque sans dépense les moyens propres à l'édification d'une telle œuvre; depuis quelques années, nos divers corps d'ingénieurs s'en préoccupent vivement; et leur habileté bien prouvée par tant de créations utiles garantit qu'ils peuvent mener l'entreprise à bonne fin.

Nous ignorons si l'on pourra, si l'on voudra suivre nos conseils; mais, quels que soient les hommes appelés à nous procurer le bienfait sollicité, exprimons l'espoir qu'ils ne s'en tiendront pas à leurs seules investigations; qu'imitant l'Observatoire à propos du climat, ils s'adresseront à tous, aux individus comme aux communes, aux industries, à tous les pouvoirs privés ou publics; qu'ils détermineront vers eux d'innombrables affluents scientifiques, qui, sommairement dégrossis, puis déversés à de courts intervalles sur le public, somme de toutes les intelligences, seront d'autant mieux purifiés pour le plus grand bien de la nation.

Après quelque dix ans d'un semblable travail, nous aurons passé par la plupart des conditions extraordinaires et nous serons en mesure d'établir l'hydrologie de nos contrées.

## TABLE DES MATIÈRES.

---

	Pages.
I. Quelques indications préliminaires . . . . .	3
II. Répartition des pluies sur et sous le sol ; détermination des couches aquifères . . . . .	27
III. Détermination des couches aquifères ( <i>Suite</i> ) . . . . .	42
IV. Faits historiques relatifs aux cours d'eau et aux modifications de la surface. . . . .	59
V. Débits des sources et des rivières . . . . .	77
VI. Débits des sources et des rivières ( <i>Suite</i> ) . . . . .	106
VII. Qualité des eaux des régions rocheuses et terreuses.	141
VIII. Qualité des eaux ( <i>Suite</i> ) . . . . .	163
IX. État actuel de l'hydrologie belge. — Résumé. — Conclusions . . . . .	187

---

---





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352098**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-351983**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**100000316221**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-352164**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**100000312682**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**100000262699**