D'autres, plus opiniâtres, s'acharnent à déchiffrer les rébus qu'on leur offre et même, s'ils arrivent à résoudre les énigmes proposées, ne savent aucun gré à celui qui leur a fait perdre un temps précieux et contracter une fatigue qu'on eût dû leur épargner.

Il ne serait, cependant pas bien difficile à ceux qui rédigent les mémoires en question, de ne pas sauter les intermédiaires dans leurs expositions ; avec un peu de bon vouloir et d'attention, sans grande fatigue pour eux, ils y arriveraient et j'ai tout lieu de penser qu'ils en seraient tôt ou tard récompensés par des échos bienveillants à leurs pensées.

Nous allons entrer dans une ère nouvelle ; de toutes parts, on nous incite à l'action dans tous ses domaines, surtout dans les domaines scientifiques et industriels ; moins que jamais nous aurons du temps à perdre à déchiffrer des casse-tête, en nous demandant, pendant la lecture des travaux publiés : « Que diable l'auteur a-t-il bien voulu dire ? »

Que de fois, pour mon compte, après avoir lu, de l'esprit le plus bienveillant, des travaux signés de MM. X..., Y..., Z..., n'ai-je pas fermé la brochure ou le livre en me faisant à moi-même la réponse de Sganarelle au père de Lucile : « Et voilà pourquoi votre fille est muette ! »

Serait-ce trop demander que de désirer voir les calculs algébriques déroulés, depuis la mise en équation clairement faite, sans sauter aucun intermédiaire. Le lecteur qui trouvera que ça fait longueur, pourra toujours enjamber par dessus deux, trois ou quatre équations transformées et aller dare dare à la conclusion, donc il ne sera pas gêné. Quant à celui qui, doué de moins de virtuosité, ou qui, pour une raison ou l'autre, sera brouillé avec tel ou tel département de l'algèbre, ou se trouvera face à face avec une nouveauté (il en surgit tous les jours !) il ne manquera pas de savoir gré à son auteur de lui épargner le labeur de refaire péniblement ses études à une époque de sa vie où il doit n'avoir qu'à les appliquer.

Ce que je dis là de l'algèbre, je puis le dire de tout le reste : il ne faut pas redouter d'être trop clair, et comme le disait un professeur fameux il y a un demi-siècle, que quelques-uns de nos lecteurs reconnaîtront au passage : « Quand on a le bonheur d'avoir la langue française pour exposer des vérités scientifiques, on est impardonnable d'être obscur, si peu que ce soit ! »

Les bons exemples dans cet ordre d'idées abondent au surplus et on n'a que l'embarras du choix des modèles, citons au hasard : Francœur, Poinot, Léonce Reynaud, Viollet-le-Duc, l'ingénieur Delaunay, les généraux Piobert, Poncelet, Didion, Morin, le capitaine Boileau, le colonel Lesbros, le colonel Goulier et ses élèves, etc., etc. ; enfin, d'une manière générale, la pléiade de savants et de professeurs qui ont flori pendant les trois premiers quarts du XIX^e siècle. Très savants et très français, parce qu'ils étaient avant tout très clairs dans leurs explications, ils savaient écrire de façon à être compris universellement.

D'une manière plus concrète encore, serait-ce aussi trop exiger que de prier MM. les auteurs de dire toujours quelles unités ils emploient, mètre ou centimètre, kilogramme ou gramme, seconde, ou jour, ou année, etc., etc. ? Serait-ce une indiscretion de demander qu'on définisse toujours ses notations et qu'on produise des figures claires et complètes, en nombre suffisant, avec références correctes dans le texte. Je ne reviens pas sur les raisonnements et les calculs intermédiaires entre les étapes majeures de l'exposition de la thèse : ce sont des gradins qu'il faut suivre pas à pas. La besogne est peut-être un peu plus longue pour l'auteur, mais

le travail du lecteur en est allégé et c'est pour son lecteur qu'un auteur poli écrit : or, le Français est un être poli !

Quant au texte, j'en reste à Boileau :

« Ce que l'on conçoit bien s'énonce clairement,
« Et les mots pour le dire arrivent aisément ».

et certainement l'auteur qui, ainsi que Poinot le demandait, suivra : « Cette méthode simple et naturelle de considérer les choses en elles-mêmes, et sans les perdre de vue dans le cours du raisonnement », réussira à faire œuvre lisible et féconde.

Incidentement, je demanderai à MM. les typographes de ne pas amalgamer leurs fantaisies orthographiques aux textes qui leur sont confiés, et à MM. les correcteurs et protes de les maintenir dans la ligne droite.

Lieutenant-Colonel AUDEBRAND,
ancien élève de l'Ecole polytechnique.

DÉBITS & PLUVIOMÉTRIE DES BASSINS A RÉGIME PLUVIAL

L'étude hydrométrique de quelques bassins du Massif Central, que nous poursuivons depuis plusieurs années (*Le Bès, La Truyère, La Cère*) nous a fourni l'occasion de comparer leur pluviométrie et leurs débits. Comme les renseignements de ce genre, mentionnés dans les publications scientifiques, sont plutôt rares, nous croyons utile d'exposer brièvement les résultats de nos observations et les conclusions que nous en avons tirées.

On peut se proposer, allant du plus simple au plus complexe :

- 1^o La détermination du débit moyen annuel en fonction de la quantité d'eau totale tombée pendant l'année ;
- 2^o La détermination du débit moyen mensuel, pour chaque mois, en fonction de la quantité d'eau tombée pendant ce mois ;
- 3^o La détermination des débits journaliers, en fonction des quantités journalières d'eau tombée.

1^o DEBIT ANNUEL

Soit : H la hauteur d'eau tombée pendant l'année (en ^m/_m).
Q le débit annuel moyen correspondant (en m³ par seconde).
S la superficie du bassin (en km²).

On a :

$$(1) \qquad Q = \frac{\alpha \text{ H S}}{86,4 \times 365}$$

α étant le coefficient de ruissellement annuel.

Non seulement ce coefficient varie, d'un bassin à l'autre, mais pour un même bassin il n'est pas constant, et il est fonction des conditions climatiques de l'année considérée. Une étude approfondie, portant sur de nombreuses années et de nombreux bassins serait nécessaire pour essayer de déterminer les lois de ces variations, dans le temps et dans l'espace. Nous n'aborderons naturellement pas cette étude, étant donné le peu de documents que nous possédons, et nous nous contenterons de mentionner le résultat de nos observations à ce jour et de signaler l'intérêt qu'il y aurait à ce que soient publiés et réunis tous les renseignements de ce genre recueillis par d'autres que nous.

Pour le bassin du Bès ($S=370 \text{ km}^2$, altitude de la station de jaugeage 896 mètres) nous avons obtenu :

Année 1916.....	H = 1493	$\alpha=0,75$
Année 1917.....	H = 1028	$\alpha=0,85$
Année 1918.....	H = 978	$\alpha=0,64$
Moyenne	H = 1166	$\alpha=0,70$

Pour le bassin de la Haute-Truyère ($S=590 \text{ km}^2$, altitude de la station de jaugeage, 850 mètres) :

Année 1917-1918.....	H = 836	$\alpha=0,53$
----------------------	---------	---------------

En première approximation et à défaut d'observations plus complètes et plus précises, nous croyons qu'on pourrait admettre qu'il existe, entre H et α , une relation de la forme

$$\alpha = A + B H \quad (2)$$

d'où :

$$Q = \frac{H S}{86,4 \times 365} (A + B H) \quad (3)$$

Nous donnerons plus loin un calcul approximatif des coefficients A et B, basé sur la considération des débits mensuels.

2° DEBITS MENSUELS

a) DÉBITS MENSUELS ABSOLUS. — Considérons d'abord les débits moyens absolus, correspondant à la totalité de l'eau débitée, en un point donné, par une rivière.

Si l'on compare, mois par mois, le débit moyen *théorique*, c'est-à-dire celui qui correspond à la totalité de l'eau tombée, et le débit moyen *réel*, on constate que le rapport du second au premier varie dans d'assez grandes limites, et est souvent supérieur à 1.

Pour éviter d'appliquer la désignation de *coefficient de ruissellement mensuel* à un coefficient qui peut être supérieur à 1, nous croyons plus rationnel et plus conforme à la réalité des faits, de poser :

$$q = q_0 + \frac{m h S}{86,4 \times N} \quad (4)$$

formule dans laquelle

h = hauteur d'eau tombée pendant le mois (en mm).

m = coefficient de ruissellement mensuel.

q_0 = débit de la rivière, pendant le mois considéré, pour $h = 0$.

S = superficie du bassin.

N = nombre de jours du mois.

L'adoption de cette formule, pour le bassin du Bès et les trois années d'observation 1916, 1917, 1918, nous a conduit au tableau suivant des valeurs moyennes q_0 et m , pour les différents mois de l'année.

	q_0	m
Janvier.	4,5	0,61
Février.	4,2	0,59
Mars	5,6	0,57
Avril	9,0	0,53
Mai	6,3	0,45
Juin.	2,5	0,29
Juillet	1,3	0,16
Août	1,1	0,10
Septembre.	1,5	0,22
Octobre	3,0	0,50
Novembre	6,3	0,63
Décembre	4,7	0,63

Les graphiques ci-joints illustrent avantageusement ces résultats. Le graphique N° 1 donne la courbe des variations du coefficient q_0 . Elle présente, comme il fallait s'y attendre,

Graphique 1

deux minima, l'un en février et l'autre en août correspondant aux deux étiages, et deux maxima, correspondant à la période de fusion des neiges (avril) et à la période des pluies d'automne (novembre). Le graphique N° 2 montre comment

Graphique 2

varie le ruissellement mensuel moyen, suivant l'époque de l'année : la courbe présente seulement un minimum et un maximum. Enfin, l'abaque N° 3, qui est la traduction de la formule (4) donne, pour le bassin étudié le *débit probable* de chaque mois, en fonction de sa pluviométrie.

On peut dire qu'il caractérise le régime hydraulique de ce bassin.

Graphique 3

b) DÉBITS INDUSTRIELS. — Au point de vue utilisation d'un cours d'eau, le débit qu'il importe de connaître est bien moins le débit absolu que le débit moyen, correspondant à une dérivation donnée,

Soit, pour un mois quelconque (en mètres cubes).

x le débit moyen absolu,

y le débit moyen industriel correspondant à une dérivation maxima de M mètres cubes.

Quelle relation existe-t-il entre x , y et M .

Nous proposons la formule suivante :

$$(5) \quad y = x - \frac{x^2}{4M}, \text{ valable pour } x \leq 2M.$$

(pour $x > 2M$ on a généralement $y = M$)

qui résulte de cette constatation qu'on peut compter, en moyenne, sur un débit moyen industriel constant A quand le débit moyen absolu du mois est $2A$. L'équation $y = x - \frac{x^2}{4M}$ est en effet l'équation de la parabole tangente à l'origine de la droite $y = x$ et tangente à la droite $y = M$, pour $x = 2M$.

On constate, évidemment, des écarts entre les valeurs ainsi calculées et les valeurs observées pour y . Mais si l'on considère les moyennes $\frac{\sum y}{12}$, les résultats sont très satisfaisants, ainsi que le montre le tableau suivant (Bassin du Bès pour $M = 10$)

	1916		1917		1918	
	x (observé)	y (d'après formule 5)	x (observé)	y (d'après formule 5)	x (observé)	y (d'après formule 5)
Février...	30,9	10,0	6,5	5,4	4,6	4,0
Mars ..	21,4	10,0	12,8	8,7	5,9	5,0
Avril...	19,9	10,0	18,2	9,9	16,6	9,7
Mai ...	16,3	9,7	22,9	10,0	13,4	8,9
Juin ..	5,3	4,6	9,7	7,3	4,0	3,6
Juillet ..	4,3	3,8	5,6	4,8	1,3	1,2
Août ...	2,9	2,8	3,3	3,0	0,8	0,8
Septembre...	5,6	4,8	3,9	3,5	1,7	1,6
Octobre ...	6,5	5,4	9,5	7,2	3,3	3,0
Novembre ...	19,4	9,9	10,9	7,9		
Décembre ..	17,6	9,8	3,9	3,5		
Janvier ...	8,0	6,4	14,6	9,2		
$\frac{\sum y}{12}$		7,3		6,7		4,2

L'observation donne, au lieu de 7,3, 6,7 et 4,2, respectivement 7,1, 6,9 et 4,2.

La comparaison est aussi satisfaisante, pour d'autres valeurs de M , pourvu toutefois que M ne soit pas trop grand (au plus égal ou légèrement supérieur au débit moyen annuel).

c) GÉNÉRALISATION ET APPLICATION DES OBSERVATIONS ET REMARQUES PRÉCÉDENTES. — Reprenons la formule (4) :

$$q = q_0 + \frac{m h S}{86,4 \times N}$$

et le tableau donnant q_0 et m relatif au Bès, c'est-à-dire à un bassin pour lequel $S = 370$ et $H = 1166$ ^{m/m}. Considérons un autre bassin, de nature identique, pour lequel la superficie et la pluviométrie annuelle soient respectivement S' et H' .

A défaut de mesures directes de débits, relatives à ce bassin, nous pourrions avoir une idée de son régime hydraulique, par application des observations précédentes, généralisées à l'aide de certaines hypothèses.

On peut admettre par exemple que les coefficients q_0 varient proportionnellement à S et à H , et les coefficients m proportionnellement à H .

$$\frac{q_0}{S H} = \frac{q'_0}{S' H'} = \lambda \quad (6) \quad \text{et} \quad \frac{m}{H} = \frac{m'}{H'} = \mu \quad (7)$$

Les valeurs de λ et μ , pour les différents mois, étant déduites des valeurs de q_0 et m , par les formules.

$$\lambda = \frac{q_0}{370 \times 1166} \quad \text{et} \quad \mu = \frac{m}{1166}$$

La formule (4) devient la formule (8).

$$(8) \quad q' = S' H' \left(\lambda + \frac{\mu h'}{86,4 \times N} \right)$$

qui donne chaque débit mensuel moyen, en fonction de la superficie S' , de la pluviométrie totale H' , et des pluviométries mensuelles $h'_1, h'_2, \dots, h'_{12}$.

Le tableau suivant donne les valeurs des coefficients λ et μ

Mois	$10^5 \times \lambda$	$10^4 \times \mu$
Janvier.	4,04	5,2
Février ..	0,97	5,0
Mars ..	1,20	4,9
Avril ..	2,08	4,5
Mai ..	1,46	3,8
Juin ..	0,58	2,4
Juillet ..	0,30	1,3
Août ..	0,25	0,8
Septembre ..	0,35	1,8
Octobre ..	0,49	1,3
Novembre ...	1,46	5,4
Décembre ..	1,09	5,4

On aura de même le débit moyen annuel Q en prenant la moyenne des douze débits mensuels calculés par la formule (8), soit, en admettant $N = \text{constante}$.

$$Q = \frac{S' H'}{12} \left(\sum \lambda + \frac{\sum \mu h'}{86,4 \times N} \right),$$

qui peut s'écrire également

$$Q = \frac{S' H'}{86,4 \times 365} [86,4 \times N \times \sum \lambda + \sum \mu h']$$

ou encore en posant $86,4 \times 365 = 31.536 = T$

$$(9) \quad Q = \frac{S' H'}{T} \left[\frac{T}{12} \sum \lambda + \sum \mu h' \right]$$

En admettant, comme nouvelle approximation

$h'_1 = h'_2 = \dots = h'_{12} = \frac{H'}{12}$ cette formule peut s'écrire

$$Q = \frac{S' H'}{T} \left[\frac{T}{12} \Sigma \chi + \frac{H'}{12} \Sigma \mu \right] \quad (10)$$

or : $\frac{T}{12} \Sigma \chi = 0,3$ et $\frac{\Sigma \mu}{12} = 0,00037$

d'où finalement

$$Q = \frac{S' H'}{T} (0,3 \times 0,00037 H') \quad (10 \text{ bis})$$

C'est la formule (3) avec $A = 0,3$ et $B = 0,00037$.

Elle donne des résultats généralement un peu trop forts. En prenant $A = 0,25$ et $B = 0,00035$, on a des résultats plus exacts.

Quoi qu'il en soit, l'application simultanée des formules (8) et (5) permet, avec une approximation en général très suffisante, de déterminer le *débit moyen annuel industriel* correspondant à une dérivation de M mètres cubes, en fonction de la *superficie* du bassin, de sa *pluviométrie annuelle* et de ses *pluviométries mensuelles*. On aura également une valeur approchée de *débit minimum d'étiage* en prenant la *moitié* du plus petit *débit moyen mensuel* donné par la formule (8). C'est là une première méthode permettant de déduire le régime hydraulique d'une rivière d'observations pluviométriques. Des considérations d'un autre ordre, que nous allons exposer maintenant, nous en ont suggéré une seconde plus rapide et plus simple, et croyons-nous tout aussi exacte.

3° DEBITS JOURNALIERS

On ne peut espérer déduire de relevés pluviométriques les débits journaliers pris individuellement.

Mais le régime d'une rivière est caractérisé suffisamment, au point de vue de son utilisation hydraulique, par la connaissance de la *Courbe de régime des débits*. On sait que cette courbe, pour la détermination de laquelle on porte en abscisses les *jours* de 0 à 365, et en ordonnées les *débits*, donne le nombre de jours de l'année pendant lesquels le débit a été compris entre deux limites quelconques.

Si on considère, au lieu des débits, les hauteurs d'eau tombée, relevées journalièrement, on est amené à la conception de la *courbe de régime des pluies*, qui donne le nombre de jours de l'année pendant lesquelles la hauteur d'eau tombée a été comprise entre deux valeurs quelconques, les hauteurs d'eau étant portées en ordonnées, et les jours de pluie en abscisses.

Pour les bassins soumis à l'influence prépondérante des pluies, et sans réserves glaciaires ou neigeuses importantes, par conséquent, il doit y avoir une certaine corrélation entre l'une et l'autre de ces deux courbes, et l'on doit pouvoir déduire l'une de l'autre.

Désignons par :

N le nombre de jours de pluie de l'année

α le coefficient de ruissellement annuel

S la superficie du bassin en km^2 .

Soit h (en mm), une *hauteur de pluie journalière*. Si la quantité d'eau lui correspondant dans le cours d'eau, que nous admettrons égale à 1 000 h. S α (en m. cubes), s'écoulait en se répartissant sur un nombre de jours égal à $\frac{365}{N}$, le débit

journalier auquel elle donnerait lieu serait

$$q = \frac{h S \alpha}{\frac{365}{N} \times 86,4} = h \times \frac{N S \alpha}{365 \times 86,4}$$

Or, en construisant avec les données d'observations concernant et les débits et les précipitations atmosphériques,

Graphique 4

les deux courbes de régime, celle des débits $y = f(x)$ et celle des pluies $y_1 = F(x_1)$ (x étant le nombre de jours de l'année pendant lesquels le débit a été inférieur ou égal

Graphique 5

au débit y , et x_1 le nombre de jours pendant lesquels la hauteur d'eau tombée a été inférieure ou égale à la hauteur y_1 , ces deux courbes étant rapportées aux mêmes axes, le

rapport des graduations étant égal à $\frac{NSx}{86,4 \times 365} = a$ pour les ordonnées, et à $\frac{365}{N} = b$ pour les abscisses, nous avons

Graphique 6

constaté que les deux tracés étaient relativement voisins l'un de l'autre.

Graphique 7

On a d'ailleurs rigoureusement :

$$\int_0^{365} y dx = \int_0^N y_1 dx_1$$

Nous donnons ci-joint les quatre graphiques, ainsi obtenus, relatifs les trois premiers au bassin du Bès, années 1916-1917 et 1918, et le quatrième au bassin de la Truyère, année 1918.

D'où la méthode suivante pour déterminer le régime hydraulique d'un bassin connaissant le *relevé journalier* des hauteurs d'eau, et le *coefficient de ruissellement annuel*.

On tracera, comme il vient d'être dit la *courbe de régime* des pluies $y_1 = F(x_1)$ et on calculera les coefficients

$$a = \frac{NSx}{86,4 \times 365} \text{ et } b = \frac{365}{N}$$

On admettra que la courbe de régime des débits est

$$\frac{y}{a} = F\left(\frac{x}{b}\right)$$

On pourra y apporter au voisinage de l'origine des coordonnées, une légère rectification, en la faisant passer, non par l'origine des axes, mais par le point correspondant au débit d'étiage supposé connu, ou déduit de comparaisons ou estimations appropriées.

Sans nous faire d'illusions sur la précision de cette méthode, nous croyons qu'elle est susceptible d'applications intéressantes, qu'elle peut fournir sur un bassin à régime pluviométrique connu, des renseignements d'ordre hydraulique moins fantaisistes que ceux qu'on déduit d'habitude d'estimations analogues. En la complétant par d'autres considérations basées sur des observations nouvelles, peut-être pourrait-on la généraliser et l'étendre à l'étude plus complexe des bassins à régime plus ou moins glaciaire.

A. COUTAGNE,

Ingénieur en chef des Services hydrauliques à la Société des Aciéries et Forges de Firminy.

OBSERVATIONS

SUR LES

Fournitures faites à un Chemin de Fer de l'Etat

Les chemins de fer de l'Etat constituent-ils une administration publique ? Cette question qui aurait paru être autrefois de la théorie pure, sans portée pratique, a pris une importance considérable du fait de l'article 22 de la loi du 1^{er} juillet 1916, c'est-à-dire du seul article de la loi dite des bénéfices de guerre qui doive conserver une application permanente, même lorsque les bénéfices de guerre seront entrés dans le domaine de l'histoire. La profession de fournisseurs, d'après cet article 22, est soumise à une patente spéciale : aux termes de cet article, il est fait état de toutes les ventes d'objets ou marchandises quelconques consenties aux administrations publiques ou aux établissements publics, même si ces ventes sont effectuées sans adjudication ni marché préalable. Les fabricants qui fournissent aux administrations publiques les objets ou marchandises provenant de leur fabrication, sont imposables au droit fixe de patente, soit d'après le tarif afférent à leurs opérations industrielles, soit d'après le tarif prévu pour la profession de fournisseur, à raison de 25 centimes par cent francs ou fraction de cent francs, du montant annuel de leurs fournitures, suivant que l'un ou l'autre mode de taxation donnera le tarif le plus élevé. La taxe calculée d'après le montant des fournitures peut être valablement établie par voie d'imposition