LES FORCES HYDRAULIQUES

La Houille Blanche dans le Massif Central Français.

Par M. RAOUL BLANCHARD.

Longtemps en retard à l'égard des Alpes, l'utilisation des forces hydrauliques du Massif Central est aujourd'hui en plein développement. Nous voudrions étudier ici les raisons de ce retard et l'allure de ce développement. Dans ce but, nous considérerons successivement les conditions physiques que présente ici la houille blanche, l'évolution de la technique employée pour l'utilisation des forces hydrauliques, enfin les réalisations et projets de l'heure présente (1).

I. — LES CONDITIONS PHYSIQUES.

Il faut avouer qu'elles sont beaucoup moins favorables à la production hydro-électrique que celles des Alpes et des Pyrénées. N'allons pas en chercher trop loin les raisons ; il n'y en a qu'une : c'est la modeste altitude d'ensemble du massif. Non seulement le Puy de Sancy, 1886 mètres, fait médiocre figure à côté du Mont-Blanc ou du Vignemale, mais l'altitude moyenne du Massif est très faible. Celle des Alpes françaises tout entières peut être évaluée à un peu plus de 1400 mètres ; celle des Pyrénées françaises, qui n'a pas encore été estimée, dépasse en tous cas 1000 mètres. Aucun calcul n'a encore été fait pour le Massif Central ; mais nous serions bien surpris que cette altitude moyenne y dépassât 750 mètres. Et c'est de là que tout dérive.

Moindre altitude, cela implique pour les cours d'eau des pentes moins fortes et plus régulières ; cela entraîne aussi une alimentation moins considérable, et enfin des débits plus saccadés

Les pentes. — La faible hauteur de ces montagnes du centre de la France entraîne forcément la faible pente des rivières qu'y circulent. Le Massif Central, dans sa forme actuelle, s'est sou-

levé en même temps que les Alpes, puisque sa mise en relief est un contre-coup de la poussée alpine. Les caux sont donc depuis la même époque aux prises avec les deux masses montagneuses ; elles avaient évidemment moins à faire avec l'une qu'avec l'autre. La pente des rivières du Massif Central n'est donc presque nulle part comparable à celle des torrents alpins et pyrénéens. Seules font exception celles qui dégringolent du rebord Sud-Est vers la région du Rhône, dans le Vivarais et les Cévennes. Ici, les contrastes de pentes sont formidables, puisque entre Valgorge (Ardèche) et les montagnes qui le dominent, il y a une dénivellation de 900 mètres pour 3 kilomètres de distance, et qu'aux sources de l'Hérault, Valleraugue (374 m.), est au pied même de l'Aigoual (1.567 m.). Mais ces cours d'eau cévenols, de par leur irrégularité de débit, sont parmi les moins utilisables.

Partout ailleurs, les pentes peuvent paraître insignifiantes à qui pratique celle des cours d'eau alpestres. Prenons la Loire. Elle naît à une forte altitude, vers 1400 mètres, et, pendant les dix premiers kilomètres de son cours, elle descend de 23 mètres au kilomètre. Mais elle ne garde pas longtemps ce train-là ; en amont du bassin du Puy, la pente est tombée à 5 mètres ; en aval, jusqu'au Forez, à 2 m. 30. C'est assez pour propager violemment les moindres crues ; c'est trop peu pour fournir de bonnes hauteurs de chute. L'Allier, dans les gorges grandioses où il s'enfonce de Langogne à Langeac, a 5 m. 31 de pente au kilomètre, et entre Langeac et la Limagne, 1 m. 75. Le fougueux Tarn, dont la pente est de 67 mètres sur le flanc Sud du Lozère, voit aussitôt après sa déclivité passer à 2 m. 71 au kilomètre pendant la traversée des Causses ; dès la sortie du grand cañon, l'allure est celle d'un cours d'eau de plaine, sauf un accident comme celui du Saut-du-Tarn. Il en est de même pour le Lot, où des pentes qu'on pourrait qualifier de torrentielles, 2 à 3 mètres, n'apparaissent qu'en amont de Mende. La Dordogne a beau naître sur les pentes du plus haut sommet du Massif ; au confluent du Chavanon (22 km.), elle n'est plus qu'à 550 mètres ; à 415 mètres sous Bort (52 km.) ; enfin sa pente tombe à 3 mètres par kilomètre entre Bort et Argentat, où elle émerge du Massif Central. La Vienne, la Creuse, le Cher présentent des dénivellations identiques : 3 m. 74 pour le Cher entre sa source et Monlluçon, 2 m. 70 pour la Creuse entre le bassin d'Ahun et le confluent de la Gargilesse.

Mettons maintenant en regard de ces déclivités celles que présentent des torrents alpins comparables en longueur ou en puissance à ces rivières du Centre. La Durance, entre la source de la Guisanne (qui est sa véritable origine) et Sisteron, où elle quitte les Alpes, a une pente d'ensemble de 10 m. 50 pour 157 kilomètres de cours ; celle du Verdon, jusqu'à sa sortie des montagnes, est de 16 m. 17. L'Arc de Maurienne (118 km.) comporte une déclivité de 15 m. 90 ; l'Isère en Tarentaise (90 km.), de 21 m. 80, et les 25 kilomètres d'aval sur ces deux rivières nous donnent encore 4 m. 90. Que dire de la pente de la Romanche (23 m. 70), sur un cours de 75 kilomètres ; de celle de l'Ubaye, 25 m. 30 ; de celle du Guil, 31 m. 70 ? Et ce ne sont là que des ensembles. Dans le détail ne voit-on pas la Romanche bondir sur des pentes de 30 à 40 mètres au kilomètre dans le défilé du Livet, après 50 kilomètres de cours, et l'Arc se précipiter

(1) Nous avons consulté : de Margerie (E.), *L'étude des pofils en long des cours d'eau français* (A. de G., XIX, 1910, p. 318-342) ; Demangeon (A.), *Le relief du Limousin* (*Ibid.*, p. 120-149, 4 fig., 8 pl.) ; Vacher (A.), *Le Haut-Cher, sa vallée et son régime* (*Ibid.*, XIV, 1905, p. 399-423, 9 fig.) ; Vacher (A.), *Le Berry* (Paris, A. Colin, 1908, in-8°, 548 p., 48 fig., 20 pl.) ; Gallouédec (L.), *La Loire, étude de fleuve* (Paris, Hachette, 1910, in-8°, 347 p., 40 fig.) ; Angot (A.), *Etudes sur le climat de la France. Régime des pluies. Deuxième partie : Région du Sud-Ouest et du Sud* (*Annales du B. C. Météorologique*, 1912, I, p. 101-214, 13 pl.) ; de Folin, *Note sur l'aménagement de l'énergie hydraulique dans les bassins de la Vienne, de la Creuse et du Cher* (*Aménagement des cours d'eau du bassin de la Loire, Congrès franco-américain de Tours*, p. 261-264) ; Poisson, *Note sur l'aménagement de l'énergie hydraulique dans le bassin de l'Allier* (*Ibid.*, p. 254-260) ; Thiollière, *Note sur l'aménagement de l'énergie hydraulique dans le bassin de la Loire en amont de Roanne* (*Ibid.*, p. 243-246) ; Morin (P.), *L'énergie hydraulique dans le Massif Central de la France* (*R. générale de l'Electricité*, V, 1919, t. I, p. 219-227, 4 fig.) ; Morin (P.), *Le régime des eaux de Combraille* (*Ministère de l'Agriculture, Eaux et Forêts, Annales*, fasc. 49, 1917-1918, p. 353-359, 9 fig.) ; Coutagne (A.), *Considérations sur les éléments caractéristiques du régime d'un cours d'eau* (*R. générale de l'Electricité*, VIII, 1920, t. II, p. 265-278, 10 fig.).

MM. Villemain et de Folin, ingénieurs en chef des forces hydrauliques à Toulouse et Bordeaux, M. Dupin, ingénieur à Périgueux, nous ont fort libéralement ouvert leurs dossiers, et communiqué les idées suggérées par leur expérience. Nous les prions d'agréer ici l'assurance de notre gratitude.

avec la même furie entre Modane et Saint-Michel, lorsqu'il a déjà parcouru une distance de 55 kilomètres ?

La cause est donc entendue. De faibles altitudes se fauillent le long des rivières jusqu'au cœur du Massif Central. Cela se voit du reste à l'aspect du tapis végétal qui garnit les vallées. Sur les bords du Tarn, une végétation quasi-méditerranéenne niche sous les flancs du cañon, insinuée à travers Ségalas et Causses éventrés par la rivière. La vigne, remontant le Lot et ses affluents, vient porter ses fruits jusqu'en vue de la rude Margeride. Sur la Dordogne, on la trouve jusqu'à Bort, c'est-à-dire au Nord du Cantal, à proximité des monts Dore. Le long de l'Allier, les cultures délicates remontent jusqu'à Langeac, et le long de la Loire jusqu'au Puy. Les sillons gravés dans le massif n'ont pas l'ampleur des vallées alpines ; mais ces rainures étroites sont profondes, et par là les eaux s'écoulent vers l'extérieur sans rien du fracas qui s'élève des talwegs alpins.

Ces pentes tempérées sont-elles régulières ? Le profil va-t-il s'abaissant régulièrement vers l'aval par une courbe harmonieuse ? Grave question, d'un intérêt aussi vif que celui de la pente d'ensemble. Car les ruptures de pente, s'il en existe, seront les lieux d'élection des aménagements hydrauliques. Mais voici que de nouveau intervient la faible altitude d'ensemble du massif. Les hautes terres y sont trop peu étendues pour avoir pu nourrir, à l'époque quaternaire, de vastes glaciers descendant au loin dans les vallées. Et du coup celles-ci n'ont pas connu ce formidable outil de façonnement qui a donné leur forme actuelle à la plupart des vallées pyrénéennes et alpines.

Donc, le long des talwegs, ce n'est que par échantillons bien rares qu'on a affaire à ces formes glaciaires qui sont l'occasion de belles installations hydro-électriques. Pas de vallées affluentes suspendues, où il est si indiqué de capter les eaux près de se précipiter vers la vallée principale en dévalant parfois de plusieurs centaines de mètres. Pas de verrous rocheux tendus à travers les talwegs et que les rivières doivent éventrer en des gorges toutes prêtes aux aménagements. Pas de ces lacs étagés en haute montagne comme les Pyrénées en recèlent tant, qui sont de merveilleux réservoirs régulateurs. Tous ces traits du relief glaciaire, les plus favorables à la production de kilowatts bon marché, n'apparaissent ici qu'à l'état d'exception, de curiosité. Les calottes glaciaires des sommets, qui ont garni les monts Dore, le Cantal, l'Aubrac, les monts du Forez, la Margeride, n'ont envoyé dans les vallées que des langues de faibles dimensions. Seules les vallées du Mont-Dore et de Chaudesfour, et surtout celles qui rayonnent du Cantal, portent le témoignage de l'action glaciaire ; mais leur bassin versant est trop peu étendu et le débit de leurs cours d'eau trop faible pour que l'industrie puisse profiter de ces formes favorables. Cette pénurie de formes glaciaires des vallées est à coup sûr la plus efficace des causes qui ont retardé l'équipement des forces hydrauliques du massif.

Il est vrai que d'autres phénomènes ont pu agir, qu'ignorent les Pyrénées et les Alpes. Le Massif Central est un pays de volcans, et les actions éruptives ont pu engendrer des formes identiques à celles que produisent les glaciers. Des coulées peuvent barrer des vallées à la façon d'un verrou glaciaire, relever et suspendre des talwegs affluents ; des lacs s'installent dans les cratères refroidis. Ainsi se constituent des réservoirs, tandis qu'ailleurs fusent des cascades. Mais, comme pour les phénomènes glaciaires, tout cela est à trop petite échelle. Les lacs volcaniques sont minuscules et peu susceptibles d'être artificiellement élargis. Les ruptures de pente n'affectent guère que des ruisseaux de faible volume ; si le barrage a bousculé une grosse rivière, celle-ci a eu vite fait de réduire le gêneur. Les formes volcaniques permettront de glaner çà et là, en Cantal et dans les monts Dore,

quelques centaines de chevaux-vapeur, mais ce ne sera jamais que de la poussière de force.

Reste un dernier élément d'irrégularité dans la pente des cours d'eau, le seul qui puisse jouer un rôle parfois efficace dans l'aménagement hydraulique : c'est celui qui résulte de la variété des phases de creusement. Comme l'a montré M. Demangeon dans son étude du relief du Limousin, les cours d'eau du Massif Central (au moins ceux qui vont à l'Atlantique) montrent le long de leurs talwegs les traces de deux phases d'approfondissement mordant vers l'intérieur. Chacune d'elles est comme une secousse, donnée par un mouvement de relèvement du massif par rapport à la mer, et qui va se propageant vers les sources, plus rapidement sur les gros troncs comme la Dordogne, plus lentement sur les autres. De là vient que la Vienne, coulant d'abord en pente douce dans la région des sources, s'enfonce vers Eymoutiers dans une gorge étroite et profonde où l'eau se brise sur les rochers ; sur 15 kilomètres, la pente y est de 12 m. 33 au kilomètre, tandis qu'en amont elle tombe, sur 25 kilomètres, à 3 m. 20. Son affluent, le Taurion, dont la déclivité n'est guère que de 2 m. 60 au kilomètre sous Bourganef, double et triple cette pente un peu en aval. La Vézère, dans son cours supérieur, roule jusqu'à Bugeat des eaux paisibles ; au delà, elle passe en quelques kilomètres de la cote 670 à la cote 500, par une suite de rapides dont l'un, la chute de la Virole, est une vraie cascade de 10 mètres. Plus bas, en aval d'Uzerche, la pente s'aggrave de nouveau, aboutit même au Saillant, à une nouvelle chute de 3 à 4 mètres. Même spectacle sur la Corrèze en amont de Tulle et sur son affluent la Montane à la cascade de Gimel (125 mètres en cinq chutes) ; enfin sur les affluents de la Dordogne, Chavanon, Diège, Luzège, etc. Il y a donc sur la plupart des cours d'eau du Massif Central, et particulièrement sur ceux de moyenne importance, d'assez fortes irrégularités de pente, qui ont d'ailleurs été utilisées par l'industrie. Mais déjà les grands cours d'eau ont presque régularisé leur profil ; sur ceux d'importance moyenne la pente, même ragaillardie par un creusement, n'arrive jamais à des déclivités de type alpin ou pyrénéen, et celles-ci n'apparaissent que sur des rivières de troisième ordre.

Il faut s'y résigner : le Massif Central n'offre à l'industrie, sauf des exceptions de peu d'importance, que des pentes médiocres à mettre en valeur. Nous ne trouverons nulle part ici de ces hautes chutes de 200 à 1.000 mètres dont l'équipement dans les Alpes a tant fait pour le succès de la houille blanche, parce que leur installation peu compliquée ne réclame guère qu'un mince barrage, une dérivation de faible longueur et des tuyaux glissant le long de la montagne. Presque nulle part nous ne pourrions trouver non plus la chute moyenne, d'une centaine de mètres, ou du moins nous ne pourrions l'utiliser brute ; elle réclamerait des aménagements coûteux. C'est donc à la basse chute que semble vouée l'industrie hydro-électrique du Massif Central. Mais une basse chute, pour être payante, exige un débit considérable et au moins un débit soutenu. Or nous allons constater que le Massif Central ne fournit, à moins de travaux considérables, ni l'un ni l'autre.

Le volume des cours d'eau. — Les rivières du Massif Central sont beaucoup moins bien alimentées que celles des autres montagnes françaises. Cette infériorité se vérifie aussi bien au point de vue absolu qu'au point de vue relatif.

Et d'abord, divergeant dans toutes les directions, vers le Nord le Nord-Ouest, l'Ouest, le Sud-Ouest (pour ne pas parler des courts torrents du versant Est), ces cours d'eau du Massif Central ne peuvent drainer les eaux de bassins étendus. Ceux de

la Loire et de l'Allier sont des couloirs étriqués ; Creuse, Gar-
temp, Vienne, se font concurrence au Nord, comme la Vézère,
la Corrèze, la Dordogne au Sud, et encore le Lot, l'Aveyron, le
Tarn, l'Agout. Grosse différence avec l'Isère recueillant les eaux
de toutes les Alpes du Nord au Sud de l'Arve ; avec la Durance
qui ne laisse en dehors de son bassin que le Diois, les Baronnies,
les Alpes-Maritimes, et draine tout le reste des Alpes du Sud.
Le débit moyen de l'Isère à Sillard, pour les huit années 1910-
1917, s'élève donc à 398 mètres cubes par seconde, en gros
400 mètres cubes ; celui de la Durance à Mirabeau, pour la même
période, atteint 221 mètres cubes, en dépit de la sécheresse du
climat qui règne sur le bassin. Or, la Loire, au confluent de l'Al-
lier, ne roule en moyenne que 163 mètres cubes, et l'Allier, au
même point, une centaine seulement. Il n'est pas question de
mettre en parallèle avec les rivières alpines la Vienne, ni la
Creuse, ni le Cher ; à leur tour ni le Lot (70 mètres cubes), ni
le Tarn (80 à la sortie du massif), ne peuvent rivaliser. Seule
la Dordogne, avec les 220 mètres cubes par seconde que lui
attribuent des jaugeages faits de 1912 à 1919, à Souillac, lors-
qu'elle a échappé à l'étreinte du Massif Central, peut être com-
parée ainsi à la Durance ; elle reste de près de moitié inférieure
à l'Isère.

Mais la médiocre alimentation des cours d'eau du Massif Cen-
tral apparaît mieux encore si l'on compare le débit qu'ils rou-
lent, proportionnellement à la surface de leur bassin, à celui
des rivières alpestres et pyrénéennes. Bien que le travail de jau-
geages soit ici moins avancé, nous pouvons admettre que pour
un kilomètre carré du bassin versant la Cère roule à Laroque-
brou 32 litres par seconde ; son affluent le Bès, 27 ; qu'à Souillac,
la Dordogne, qui a reçu le tribut de la Cère, donne 27, 3 litres
par seconde, tandis que dans son haut bassin, en amont des
apports du Cantal, elle n'atteint que 25. Ce sont là les très gros
débits. Celui de la Corrèze à Bar, à l'issue d'un haut bassin très
arrosé, n'est déjà que de 22 ; la Vienne, à la sortie du massif,
n'en a que 18 à 19. Le débit diminue vers le Sud ; celui de la
Truyère tombe à 18, ce qui laisse supposer des chiffres plus fai-
bles encore pour le Lot et le Tarn. Il diminue plus encore vers
le Nord-Est : une dizaine de litres pour le Cher à Montluçon, et,
si les chiffres de débit sont exacts, 8 pour la Loire, 7 pour l'Allier
à leur confluent commun. Or, dans les Pyrénées, c'est 37 litres
par seconde que chaque kilomètre carré de bassin versant dé-
verse dans le Salat à Saint-Girons ; 44,1 pour la Garonne à Saint-
Béat. Dans les Alpes, les débits des cours d'eau de montagne
méditerranéenne, qui nous paraissent si faibles, sont équiva-
lents de ceux des rivières honorablement pourvues du Massif
Central : 18,7 pour l'Eygues, autant que la Vienne ; 20,9 pour
le Verdon, presque autant que la Corrèze ; 24 pour le Buëch,
cet effroyable torrent, presque aussi bien alimenté que la Dor-
dogne supérieure ! Avec la Roya supérieure (28,8), nous dépas-
sons la Dordogne de Souillac ; avec la Tinée (32,3), le mieux
alimenté des cours d'eau du Massif Central, la Cère. Les
Alpes du Nord nous donnent des chiffres qui, à côté de ceux-
ci, paraissent fantastiques : 47,6 pour le Bréda, à Allevard ;
52,3 pour la Dranse d'Abondance, 58 litre ; pour le Guiers-Mort
de Chartreuse, 66,8 pour la Bourne du Vercors, 69 pour l'Arve
à Chamonix.

En cette flagrante inégalité, reconnaissons encore un méfait
de l'altitude. Le Massif Central est beaucoup mieux exposé que
les Alpes aux vents pluvieux de l'Atlantique ; à coup sûr, il
pleut sur les pentes plus fréquemment que sur les montagnes

d'outre-Rhône. Mais la masse de la montagne n'est pas assez
élevée pour provoquer les condensations formidables qui s'effec-
tuent le long des chaînes alpines ; d'autre part, l'augmentation
d'altitude s'effectue trop régulièrement de l'Ouest vers l'Est
pour que les nuées soient obligées de s'élever brusquement ; des
condensations soudaines et brutales sont ainsi évitées. Il n'y a
qu'une exception, c'est le rebord Sud-Est, dressé brusquement
au-dessus des plaines du Rhône, et sur lequel les nuées médi-
terranéennes déversent en automne des averses effroyables. Là
sont les maxima pluviométriques du Massif Central : 2 m. 175
de pluie annuelle à l'Aigoual, 2 m. 168 à l'extrémité orientale
du mont Lozère. Mais ces pluies ne profitent guère aux cours
d'eau, car tombées en cataractes capables de donner en 24 heures
une épaisseur d'un mètre d'eau sur le sol, elles s'écoulent en
inondations terrifiantes presque aussi vite disparues que venues.

Partout ailleurs, on voit l'épaisseur des précipitations (pluie
et neige) augmenter régulièrement de l'Ouest vers l'Est jus-
qu'aux masses volcaniques de l'Auvergne, puis diminuer brus-
quement dans la région orientale, sous l'effet de l'abri de ces
masses. La vallée de l'Allier reçoit partout moins de 700 milli-
mètres, et même moins de 600 en Limagne ; la vallée de la Loire
moins de 800. Ainsi s'explique le faible débit exprimé pour ces
cours d'eau par le nombre de litres au kilomètre carré. De même,
le bassin du haut Cher reçoit entre 700 et 800 millimètres. La
vallée du Tarn, au Sud, n'est bien arrosée qu'en amont des
Causses, là où pénètrent les brutales pluies du Sud-Est. L'Ouest
et le Centre sont beaucoup mieux partagés. Les bassins de la
Vienne et de la Vézère reçoivent partout plus de 800 millimè-
tres, et les hautes terres où prennent naissance la Creuse, le Tau-
rion, la Vienne, la Vézère, plus de 1.200 millimètres, jusqu'à
1 m. 50. De même la pluie reste abondante sur tout le bassin
de la Dordogne en amont de Souillac et sur le bassin de la
Truyère. Le Cantal, grâce à sa large base et à la forte altitude
de ses sommets, attire particulièrement les précipitations : elles
dépassent 2 mètres dans les parties élevées, sur le versant occi-
dental. Ainsi s'explique que la Cère, et très probablement la
Rhue, soient les cours d'eau les mieux alimentés du Massif
Central.

Pris en eux-mêmes, ces chiffres paraissent fort élevés. Il sont
pourtant bien inférieurs à ceux des précipitations qui s'abattent
sur les Pyrénées, les Alpes françaises du Nord ou les Alpes-Mari-
times. Au fond de vallées pyrénéennes, Laruns, à 519 mètres
d'altitude, reçoit 1.620 millimètres ; Bedous, à 415 mètres, 1.752
millimètres. De même, Thônes, dans les Préalpes du Nord, à
625 mètres, complètement abrité dans un bassin, compte 1.556
millimètres. Dans ces conditions, quelles énormes quantités
doivent assaillir les sommets ! Il existe encore fort peu d'obser-
vations en haute altitude ; cependant un pluviomètre installé
à 1.300 mètres dans le massif de la Chartreuse donne des chiffres
variant de 4 m. 50 à 5 mètres, et au Tour de Chamonix (1.431 m.)
l'épaisseur moyenne de la neige tombée est de 9 m. 60 par hiver.
A notre avis, il tombe au moins deux fois plus de pluie et de
neige sur les Alpes et les Pyrénées. Dans ces conditions, il ne
faut pas s'étonner que les cours d'eau du Massif Central soient
en moyenne deux fois moins alimentés que ceux des autres
montagnes françaises.

Ce qui est plus grave, c'est que ce débit réduit est par surcroît
très irrégulier.

(A suivre.)