

NOTULE HYDRAULIQUE

HYDRAULIC BRIEF

SUR LA FAÇON DE PROJETER UN SEUIL ACCÉLÉRATEUR DE FORME HYDRAULIQUEMENT CORRECTE

APPLICATION A LA TÊTE AMONT DES GALERIES DE DÉRIVATION PROVISOIRE

HOW TO PLAN AN ACCELERATING SILL OF CORRECT HYDRODYNAMIC SHAPE

English Synopsis p. 119

Les ouvrages de dérivation provisoire sont souvent sommairement ou malhabilement calculés, peut-être à cause du qualificatif provisoire, fréquemment aussi en raison de l'urgence de l'ouverture du chantier principal.

Or, ces ouvrages coûtent fort cher (jusqu'à 25 % de l'ensemble des travaux). Les galeries dans le rocher qu'ils nécessitent ont, dans bien des cas, une très grande dimension transversale et plusieurs centaines de mètres de long. Il serait dommage d'exécuter une galerie de taille excessive par rapport au débit que peut laisser passer la tête amont, ou, pour présenter la chose autrement, de construire une tête amont insuffisante, telle que le niveau amont prévu pour un débit donné soit dépassé et le chantier inondé.

C'est pourtant ce qui pourrait se présenter, dans le cas d'un ouvrage de dérivation à écoulement à surface libre, si la tête amont n'était pas convenablement projetée ou contrôlée sur modèle réduit (nous laissons ici de côté le problème d'ensemble et, en particulier, celui de la tête aval).

D'habitude on effectue, avant de dessiner la tête amont, les opérations suivantes : on se fixe un débit maximum, le niveau aval correspondant (imposé le plus souvent par la rivière) et le niveau à l'amont de la dérivation. On choisit ensuite, à l'aide d'approximations successives, la section de la galerie, sa pente et son calage, de manière que, pour le débit et les cotes imposées, l'écoulement en galerie soit uniforme et que la perte de charge totale de l'écoulement (perte d'entonnement, perte en régime uniforme et perte de restitution) corresponde à la dénivelée choisie.

Il n'y a rien à ajouter à cette manière de faire, lorsque l'écoulement est fluvial d'un bout à l'autre (cas très exceptionnel).

Par contre, les calculs ci-dessus sont insuffisants lorsque les conditions sont telles que

l'écoulement en galerie est torrentiel. En effet, la tête amont constitue alors un véritable déversoir ou seuil accélérateur sur lequel l'écoulement passe du fluvial au torrentiel. **C'est elle qui règle le niveau amont et non plus la galerie.**

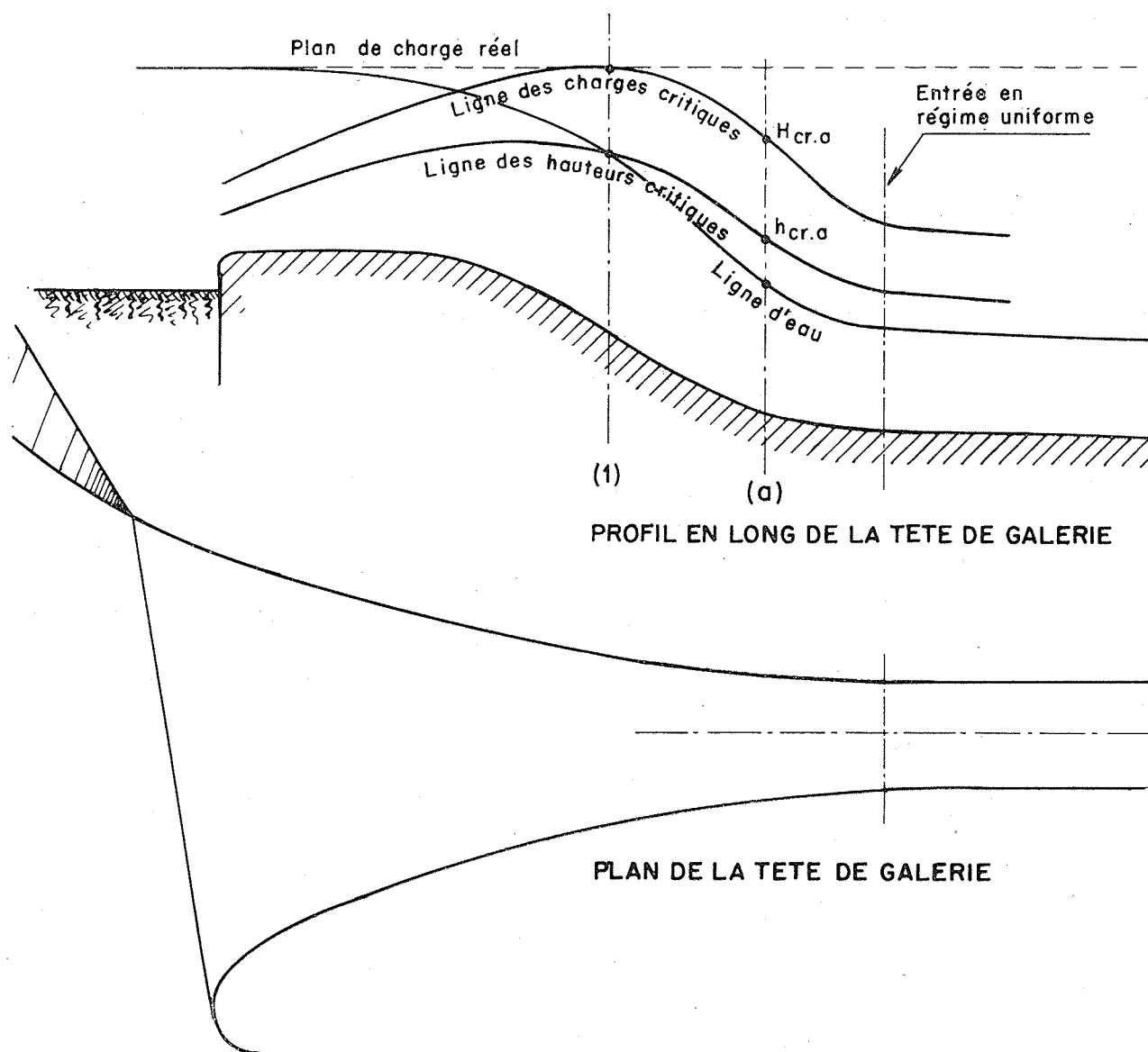
Le régime sera alors uniforme dès l'entrée de la galerie dans le seul cas où la tête amont règle le niveau amont précisément à la valeur choisie pour les calculs indiqués ci-dessus. *

Il s'agit donc de dessiner une tête amont imposant pour le débit donné une cote amont donnée. On est conduit à procéder en dessinant d'emblée une tête amont et recherchant le plan de charge correspondant. S'il n'est pas le bon, on modifie le dessin en conséquence jusqu'à l'obtention d'une tête amont donnant lieu au plan de charge amont recherché.

RECHERCHE DU PLAN DE CHARGE IMPOSE PAR LA TÊTE AMONT

Rappelons qu'en chaque section de la tête amont, il y a une hauteur critique h_{cr} correspondant au débit imposé. A cette hauteur critique correspond un plan de charge H_{cr} . Mais ce n'est que dans une seule section (!), dite section critique, que l'eau passe effectivement à la hauteur critique. En toutes les autres sections, l'eau passe plus haut ou plus bas que la hauteur critique suivant qu'elles sont situées à l'amont ou

* Si la tête amont imposait un niveau plus haut, on entrerait en galerie avec une charge plus grande, donc, puisque l'écoulement est torrentiel, en dessous de la hauteur normale ; par ailleurs, la cote trop élevée en tête risquerait d'amener une submersion du batardeau amont. Si la tête amont imposait un niveau plus bas on entrerait avec une charge plus faible, donc, à une hauteur supérieure à la hauteur normale d'où tirant d'air insuffisant et risque de mise en charge de la voûte. Ces déductions s'obtiennent très facilement à partir de la notion d'énergie spécifique.



à l'aval de la section critique. Le plan de charge qui correspond à une hauteur différente de la hauteur critique est plus élevé que le plan de charge qui correspond à la hauteur critique.

Ces considérations vont nous permettre de tracer la ligne d'eau relative au débit Q . Soit une section quelconque (a) et H_{cr-a} le plan de charge relatif à la hauteur critique en cette section. On peut marquer à la verticale de la section (a) la cote du plan de charge H_{cr-a} et faire de même pour toutes les sections. On obtient alors une courbe lieu des plans de charge H_{cr-a} . C'est le lieu des plans de charge les plus bas qui puissent assurer le passage du débit choisi, dans les conditions critiques relatives à chaque section. La courbe possède un maximum H_1 à l'aplomb d'une section (1).

Je dis que, pour le débit considéré, H_1 est le plan de charge réel imposé par le seuil et que l'écoulement est critique dans la section (1). En effet :

1° Si le plan de charge réel était un tant soit peu inférieur à H_1 , la charge ne serait pas suffisante pour faire passer le débit dans la section (1) qui nécessite au minimum la charge H_1 .

2° Si le plan de charge était un tant soit peu supérieur à H_1 , la charge serait en chaque section supérieure à celle correspondant au régime critique. On ne pourrait donc traverser le régime critique. Comme l'écoulement à l'amont de la tête est fluvial, il resterait fluvial, ce qui est contraire aux hypothèses.

3° Puisque le plan de charge est H_1 , coïnci-

dant pour la section (1) avec le plan de charge critique, c'est dans la section (1) que l'écoulement est critique.

On serait tenté d'étendre ce raisonnement à tous les seuils, par exemple à un déversoir genre Creager. On trouverait que la hauteur critique est atteinte sur le seuil et ce serait une infirmation de l'expérience. Cela provient simplement de ce que nous estimons pouvoir négliger l'effet des courbures sur un seuil accélérateur de dérivation provisoire (pente en général assez peu accentuée, formes très progressives), tandis qu'on ne peut le faire sur un déversoir de type courant.

En résumé, le plan de charge réel se déterminera comme suit :

— calculer la hauteur critique en chaque section,

$$h_{cr} = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{g L^2}}$$
 si la section est rectangulaire.

— calculer et porter la charge H_{cr} à l'aplomb de chaque section (si les sections sont rectangulaires $H_{cr} = 3/2 h_{cr}$), éventuellement majorée de la perte de charge jusqu'à la section considérée.

— le plan de charge réel correspond au maximum de la courbe tracée ; la section critique réelle est à la verticale de ce maximum.

LIGNE D'EAU

Connaissant la charge réelle le long du seuil, il n'est pas difficile d'appliquer les notions relatives à l'énergie spécifique pour tracer la ligne d'eau jusqu'à l'entrée en galerie.

DESSIN DE LA TÊTE

Les formes de la tête doivent être suffisamment progressives pour présenter un aspect satisfaisant et pour que la ligne d'eau ait une allure correcte ; elles doivent être progressivement retouchées de manière à amener le plan de charge à la cote choisie. Supposons, pour fixer les idées, que l'on ait trouvé un plan de charge H_1 trop élevé. Pour l'abaisser, il suffit, sans toucher aux largeurs, d'abaisser le fond aux environs de la section (1) ou, sans toucher au fond, d'élargir la région de la section (1). Pratiquement on sera conduit à jouer à la fois sur la largeur et sur le profil en long du radier.

Il est des cas plus complexes où l'on ne désire pas, au débit maximum, un écoulement uniforme dans la galerie. On peut avoir intérêt suivant les cas, à couler en régime accéléré ou retardé. Mais rien n'est changé au principe de calcul de la tête amont qui se projettera encore de manière à donner lieu à une charge amont déterminée.

On voit que le calcul d'une galerie de dérivation est assez complexe, d'autant plus qu'il est artificiel de séparer les diverses parties de la dérivation. Nous nous sommes contentés, ici, de donner quelques idées sur le calcul de la tête amont lorsque l'écoulement est à surface libre et passe en torrentiel. Ce calcul ne rend pas compte du phénomène de contraction latérale qui perturbe quelque peu l'écoulement théorique. C'est l'une des raisons qui rendent fréquemment indispensable le recours au modèle réduit.

Certaines galeries à écoulement torrentiel à surface libre sont conçues autrement que ci-dessus. Elles comportent une tête amont avec voile de mise en vitesse. Le projet de la tête amont est alors plus facile. Mais ceci pourra faire l'objet d'une prochaine note.

F. HAUSER.