Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 92 (1966)
Heft: 9: Numéro spécial d'architecture industrielle, fascicule no 1

Artikel: Les ouvrages d'art de la production hydro-électrique
Autor: Lambert, R.H.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-68356

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

LES OUVRAGES D'ART DE LA PRODUCTION HYDRO-ÉLECTRIQUE

par R. H. LAMBERT, ingénieur EPUL, directeur de la Compagnie d'études de travaux publics.

Introduction

Dans la perspective de l'architecture industrielle, le problème des ouvrages d'art de la production hydro-électrique comporte de multiples aspects susceptibles de provoquer des dialogues passionnants entre architectes et ingénieurs, entre urbanistes et protecteurs de la nature, entre conservateurs à tout prix et producteurs d'électricité effarés ou ravis de constater l'augmentation stupéfiante des besoins en énergie de l'humanité. Mais avant d'aborder quelques-uns de ces aspects, il convient tout d'abord d'examiner si le problème que pose la construction d'ouvrages hydro-électriques est encore d'actualité.

On peut en effet se demander si l'on va encore construire de tels ouvrages alors que, d'une part, tous les efforts semblent orientés vers la production d'énergie d'origine nucléaire et que, d'autre part, on proclame un peu partout en Suisse, en Italie, en France et ailleurs, que les ressources hydro-électriques économiquement exploitables sont épuisées ou en voie d'épuisement.

Même si l'on fait la part de l'engouement excusable du grand public — qui est en général mal renseigné — et d'un engouement moins excusable auquel n'échappent pas certains responsables de la production d'énergie électrique, il n'en reste pas moins que l'hydro-électricité, en tant que constructions nouvelles, fait figure de condamné à mort dont les jours sont comptés.

Qu'en est-il réellement ? Pour y répondre, permettez-moi tout d'abord de rappeler une notion que le grand public a de la peine à saisir, celle de la qualité de l'énergie et plus particulièrement de la qualité de l'énergie électrique.

Très schématiquement, une énergie de haute qualité est une énergie disponible en quantité et puissance voulues au moment où la demande est forte alors qu'une énergie de basse qualité est celle qui est disponible au moment où la demande est faible ou nulle. Aux deux extrémités, on a d'une part l'énergie de pointe et d'autre part l'énergie de déchet : il est évident que ces énergies n'ont pas la même valeur marchande.

La courbe de charge du ravitaillement en énergie électrique présente de fortes pointes et de profondes dépressions, fait que l'augmentation constante des besoins ne fera pas disparaître ; il est vraisemblable que la différence en valeur absolue entre ces pointes et ces creux ira, au contraire, en s'accentuant encore.

Face à ces besoins croissants d'énergie électrique et à leur grande variation journalière, on dispose des moyens suivants :

— les *centrales nucléaires*, qui pour être rentables doivent avoir une durée d'exploitation annuelle de 6000 à 7000 heures quasiment à pleine charge, à défaut de quoi le prix de revient de l'énergie qu'elles produisent devient rapidement prohibitif. Ces centrales sont donc destinées à fournir l'énergie dite de base, au même titre que les *centrales hydro-électriques au fil de l'eau* ;

— les *centrales thermiques conventionnelles*, dont la durée d'exploitation normale et économique se situe aux environs de 5000 à 6000 heures par année à pleine charge aussi. Ces centrales sont utilisées également pour une production de base, mais avec des périodes d'exploitation qui peuvent varier dans des limites relativement étendues ;

— les *centrales hydro-électriques classiques à accumulation*, construites pour des durées d'exploitation annuelles descendant jusqu'à 1000 heures. Ces centrales sont destinées à couvrir en premier lieu les variations de charge entre l'hiver et l'été et, dans une certaine mesure, à couvrir les variations journalières, la dentelle comme on l'appelle, du diagramme de charge journalier.

Les centrales thermiques — nucléaires ou conventionnelles — produisent une énergie de basse ou moyenne qualité, alors que les centrales hydro-électriques à accumulation peuvent produire une énergie de haute qualité.

Si la construction de centrales hydro-électriques classiques à accumulation est limitée par des facteurs hydrologiques et topographiques, celle des centrales thermiques et nucléaires n'est limitée que par des facteurs économiques que l'on a vite fait de surmonter. Mais que fera-t-on de toute cette masse d'énergie que ces centrales vont lancer sur le marché pendant les heures creuses du diagramme de charge ? Ce qui revient à poser le problème de la revalorisation de cette énergie de basse qualité.

Le plus simple serait de limiter la construction de ces centrales. Malheureusement, et c'est le gros défaut de l'énergie électrique, celle-ci doit être consommée immédiatement, ce qui implique que les centrales doivent non seulement produire la masse totale d'énergie consommée dans l'année, mais encore être capables de la fournir aux heures de pointe sous une puissance très largement supérieure à la puissance moyenne de la journée ou de l'année : d'où le suréquipement indispensable — et coûteux — de l'instrument de production, ou — et c'est la solution recherchée — un suréquipement plus modeste assorti d'une possibilité d'accumuler l'énergie électrique, productible en heures creuses, pour la remettre à disposition pendant les heures de pointe.

L'énergie électrique n'étant pas directement accumulable en grande quantité, il faut donc la transformer tout en limitant les pertes au minimum. Le moyen le plus économique est de la transformer en énergie hydraulique potentielle, c'est-à-dire d'accumuler de l'eau dans des réservoirs de grande capacité situés à une hauteur suffisante. Aux heures de plus forte demande, l'énergie hydraulique potentielle est transformée en énergie électrique par l'intermédiaire de turbines installées dans le même corps de bâtiment, voire sur le même axe, que les pompes qui ont servi à accumuler l'eau. Le rendement du cycle pompage-accumulation-turbinage est de l'ordre de 0,7 à 0,75 ; il faut donc fournir environ 1,4 kWh pour en récupérer un. Le prix de l'énergie, sa qualité, passant du simple au triple ou au quadruple aux heures de pointe par rapport aux heures creuses de la nuit, on voit que l'opération est non seulement nécessaire mais rentable.

Un exemple classique d'une telle installation de transformation et d'accumulation journalière de l'énergie est l'usine de Vianden au Luxembourg, et plus près de nous, l'aménagement hydro-électrique Hongrin-Léman, première grande installation de pompage-turbinage du genre en Suisse.

Il est certain que la prolifération des usines thermiques classiques ou nucléaires dont la production optimum est constante, nous l'avons vu, nécessitera la création d'un certain nombre d'installations de pompage-turbinage. Un peu partout, on reprend la prospection de sites favorables — ces installations étant intimement liées aux conditions topographiques — avec cependant une optique différente que pour des usines hydro-électriques classiques. En effet, dans la conception de ces dernières il est nécessaire d'avoir de l'eau en suffisance au point haut de l'installation, alors que pour une installation de pompage-turbinage il est suffisant de disposer de l'eau nécessaire au point bas de l'aménagement. Un lac, entouré de hauteurs où l'on peut créer artificiellement une accumulation, est un site idéal. Notons en passant que l'accumulation étant de relativement faible importance si on la compare aux installations classiques d'accumulation — quelques millions de mètres cubes comparés à quelques dizaines ou centaines de millions — le problème de l'étanchéité des bassins qui a fait renoncer à nombre d'aménagements hydro-électriques ne se pose pas de la même manière : on peut en effet rendre étanche un bassin de quelques millions de mètres cubes sans trop grever le coût total de l'aménagement.

Idéalement, une installation de pompage-turbinage pourrait même être aménagée dans un site où l'eau fait défaut en créant deux bassins artificiels, l'eau nécessaire représentant la capacité d'un des bassins étant amenée une fois pour toutes. Il est évident qu'un certain débit devrait être fourni pour compenser les pertes diverses de l'installation (évaporation, fuites, etc.).

Il ne fait donc pas de doute que ces installations de pompage-turbinage vont être construites en assez grand nombre dans un proche avenir. Leurs ouvrages n'auront peut-être pas l'envergure de ceux des grands aménagements hydro-électriques à accumulation, mais ils poseront le même genre de problèmes.

Un mot encore sur l'actualité des ouvrages hydro-électriques. On a renoncé récemment dans certains pays à construire de nouveaux aménagements dont le prix de revient paraissait trop élevé. Je doute que ce vent de pessimisme continue à souffler avec la même intensité ; on oublie, en effet, un peu trop facilement les avantages de ces aménagements par rapport aux centrales thermiques ou nucléaires :

— la sécurité d'exploitation est très grande ;
— le taux d'amortissement est faible (longévité plus grande, usure plus faible, frais d'entretien plus bas) ;
— le combustible utilisé est gratuit ;
— les frais annuels fixes (par ailleurs plus faibles que pour toute autre centrale de production d'énergie) sont constitués pour leur plus grande partie par des charges de capital.

Le prix de revient de l'énergie produite par ces aménagements est donc très sensible aux variations du prix de l'argent. Par conséquent — et il me semble qu'il y a là un facteur dont on ne tient pas assez compte — le prix de revient de cette énergie est directement et favorablement influencé par la dépréciation de la monnaie, phénomène hélas constant de notre époque.

Dernière raison, enfin, de penser que les constructeurs d'ouvrages hydro-électriques ont encore de beaux jours devant eux : les besoins de l'agriculture. De nombreuses installations, et non des moindres, avaient et ont encore pour but premier l'irrigation, l'exploitation de la force motrice passant au second plan et permettant de renter une partie des capitaux engagés.

N'oublions pas non plus tous les aménagements de cours d'eau pour la navigation, dont l'exploitation rationnelle, mais secondaire, de la force motrice disponible permet de diminuer les lourdes charges d'investissement.

Je crois qu'on peut donc conclure cette introduction en affirmant que les problèmes posés par la construction d'ouvrages d'art de la production hydro-électrique sont encore d'actualité et le resteront pendant un certain temps encore, non seulement dans les pays où les ressources hydro-électriques sont peu ou pas exploitées, mais aussi dans les pays où l'on va affirmant un peu rapidement que l'exploitation de ces ressources touche à sa fin.

La suite de cet exposé, consacré aux ouvrages d'art de la production hydro-électrique, est subdivisée en trois chapitres correspondant aux thèmes faisant l'objet des discussions du quatrième séminaire d'architecture industrielle : les grands travaux dans l'aménagement du territoire, le respect des conditions naturelles et le rôle de l'architecte dans l'élaboration de ces grands travaux.

La paresse et la crainte de se compromettre ont introduit l'honnêteté dans la dispute, dit cyniquement Vauvenargues dans ses maximes. On constatera dans la suite de mon exposé que je ne suis pas toujours honnête : on m'en excusera peut-être, sachant que mon but était de faire naître la dispute, c'est-à-dire la discussion, au sens où on l'entend aujourd'hui.

Les grands travaux dans l'aménagement du territoire

Schématiquement, les aménagements hydro-électriques peuvent être classés selon deux critères : la hauteur de chute et le mode d'exploitation du cours d'eau. Pour simplifier la suite de mon exposé, je m'en tiendrai à deux grandes catégories, soit les aménagements à haute chute avec accumulation et les aménagements à basse chute au fil de l'eau. Je laisserai volontairement, et à regret, de côté les aménagements hydro-électriques mixtes, c'est-à-dire ceux où la navigation ou l'irrigation est un élément prépondérant. Je dis à regret, car ce sont justement ces catégories d'ouvrages qui ont les plus grandes répercussions sur le plan national et international : je pense entre autres au Jourdain, au barrage du Nil, aux réalisations de la Tennessee Valley Authority pour ce qui concerne l'irrigation principalement, au Danube et, plus près de nous, au Rhin et au Rhône, pour ce qui concerne principalement la navigation.

Si on laisse de côté les galeries, qui ne présentent qu'un faible intérêt par rapport aux problèmes qui vous intéressent, les principaux grands ouvrages des aménagements hydro-électriques sont :

— les barrages ;
— les conduites forcées et les canaux de dérivation ;
— les centrales de production d'énergie ou de pompage ;
— les postes de transformation et de couplage ;
— les lignes à haute tension pour le transport de l'énergie.

Les barrages des installations à accumulation classiques sont situés par nécessité dans les régions montagneuses où la pluviosité est suffisante. Par contre, les accumulations pour des installations de pompage pourront aussi être aménagées dans des régions au relief faiblement tourmenté et de moindre pluviosité, le long de cours d'eau importants ou à proximité de lacs.

Les barrages à accumulation sont en général des constructions gigantesques, mais dont le bouleversement qu'ils apportent dans une région — si l'on excepte la période de construction — n'est qu'un micro-bouleversement à l'échelle des massifs rocheux dans lesquels ils sont encastrés. Dès leur entrée en exploitation, ils semblent excuser leur présence monstrueuse, en faisant régner le plus grand silence autour d'eux. Le bruit des eaux tumultueuses, puis celui des machines de chantier s'est apaisé, quelques rares techniciens montent périodiquement relever les appareils qui auscultent l'intérieur du barrage, quelques touristes viennent sur place en se souvenant avec nostalgie — et c'est assez symptomatique — non pas de la vallée sauvage qui existait auparavant, mais de la période spectaculaire des travaux. Et comme on s'habitue à tout et qu'un nouveau lac en montagne n'est qu'un lac de plus — mais avec des inconvénients sur lesquels je reviendrai plus loin — on oublie vite son existence, d'autant plus qu'il n'est à l'origine d'aucune nouvelle activité humaine. Tout au plus a-t-il une influence — mais très locale — sur la faune et la flore.

On ne peut pas tout à fait en dire autant des aménagements situés dans des zones à forte densité d'habitation, où l'on dispose encore de suffisamment d'eau et de chute pour créer une accumulation. Il me semble que ce problème doit être examiné avec attention car tous les bassins d'accumulation ont un inconvénient majeur : on les vide périodiquement et souvent plus d'une fois par année. Les rives découvertes se garnissent de boues et de détritus divers dont la présence n'est ni une joie pour la vue ni un régal pour l'odorat. Une longue présence à l'air libre provoque de la pourriture, donc des dangers de pollution de l'air et de propagation de microbes. J'exagère peut-être ce danger, mais je pense que c'est un problème qui vaudrait la peine d'être examiné de plus près.

Quelle est, sous les divers angles qui intéressent l'architecte industriel, et notamment sous l'angle de l'économie régionale, l'influence des autres ouvrages d'un aménagement hydro-électrique ? Je pense qu'elle est faible si l'on fait abstraction pour l'instant du problème de l'esthétique et de la protection des sites.

Le personnel occupé dans ces aménagements est de moins en moins nombreux et on renonce souvent maintenant, à moins que les centrales ne soient situées dans des endroits déserts, à construire à proximité immédiate des logements pour le personnel.

Il n'en était pas de même à l'origine de l'exploitation industrielle des forces motrices hydrauliques. A l'époque en effet, on ne pouvait pas transporter l'énergie à grande distance et l'exploitation d'une chute amenait sur place tout un monde vivant de l'industrie ainsi créée. Les exemples sont nombreux de hameaux montagnards transformés en centres industriels très animés. Mais la possibilité de transporter l'énergie à grande distance et l'éloignement des centres de consommation ont eu raison de la plupart de ces agglomérations industrielles créées de toutes pièces autour de la source d'énergie. Il ne reste que celles qui avaient pris un développement trop important pour qu'un déplacement vers des lieux moins sauvages soit rentable, ou celles qui ont trouvé d'autres vocations, dont le tourisme est une des plus fréquentes.

Qu'en est-il des ouvrages des aménagements à basse chute et au fil de l'eau ? Si on fait abstraction de ceux dont le but principal était de rendre un cours d'eau navigable, ou d'endiguer une rivière envahissante — mais les corrections des cours d'eau ont été en général entreprises indépendamment et souvent avant la construction d'usines hydro-électriques — on peut dire que l'influence de ces ouvrages est aussi relativement faible sur l'économie régionale. Tout au plus — mais c'est déjà un bon point — ont-ils favorisé un remembrement des domaines et permis une meilleure irrigation contribuant ainsi à la lutte contre l'abandon de la terre.

La période de construction des ouvrages hydro-électriques amène en revanche des bouleversements plus profonds dans l'économie régionale : d'une part, à cause des routes qu'il a fallu construire et que les autorités obligent fort justement à maintenir après les travaux et, d'autre part, à cause de l'apport soudain, mais passager, d'une nombreuse population étrangère à la région. Personnellement je pense que, même très passagers, ces bouleversements sont salutaires par les contacts qu'ils créent et les échanges d'idées qu'ils suscitent.

Je laisse par contre volontairement de côté les cas d'aménagements hydro-électriques qui ont rendu nécessaire le déplacement de villages entiers : ce sont malgré tout des cas d'espèce assez rares.

Quant à l'influence des ouvrages hydro-électriques eux-mêmes sur l'économie nationale, elle n'intervient qu'indirectement par la masse d'énergie mise à disposition ; c'est là un aspect extrêmement important, mais plus général, qui dépasse le cadre de mon exposé.

On peut donc conclure ce premier chapitre en disant que l'influence propre, directe, des ouvrages hydro-électriques est peu étendue sur le plan régional, mais que, en revanche, le produit de leur activité — la mise à disposition massive d'énergie — exerce une influence considérable à l'échelle de la nation.

J'ai à dessein laissé pour la fin de ce chapitre le problème des réseaux de lignes à haute tension dont chacun sait que les pylônes n'ont pas une esthétique qui s'impose d'emblée. Je reviendrai sur cet aspect du problème plus loin.

Ces lignes, dont la souplesse d'adaptation au terrain est très relative, créent de véritables tranchées de zones de non bâtir de 10, 15 mètres et plus de largeur qu'on a laissé construire avec une étonnante incohérence. On en est arrivé à un tel point dans certains passages obligés du territoire, qu'il n'est plus possible de construire et, ce qui est plus grave, qu'il n'est plus possible de passer une seule ligne supplémentaire.

De nombreux projets de ligne à haute tension sont à l'étude un peu partout sur le territoire suisse. Or, je n'ai jamais entendu que, dans les études d'aménagement du territoire, on tienne compte des nécessités du transport de l'énergie électrique. On peut penser que des câbles souterrains remplaceront bientôt les lignes aériennes : malheureusement, un tel remplacement n'est concevable que localement, vu les inconvénients techniques et le prix élevé qu'une telle opération représente.

On peut aussi penser qu'avec les centrales nucléaires placées près des centres de consommation le problème du transport de l'énergie ne se posera plus avec la même acuité. Erreur encore, car on ne pourra pas placer ces centrales en pleins centres de consommation d'une part et,

d'autre part, une exploitation rationnelle rend nécessaire l'interconnexion des centrales de production d'énergie.

Les propriétaires de terrains sur lesquels ces lignes doivent passer soulèvent des oppositions de plus en plus farouches, qu'on ne peut lever que par des procédures de plus en plus longues d'expropriation. Et pourtant, ces lignes sont indispensables ; mais ce qui l'est moins, c'est que chaque société productrice d'électricité construise la sienne.

Il me semble qu'il y a là un vaste problème qui mériterait d'être étudié dans le cadre de l'aménagement du territoire, car les réseaux de distribution sont les artères vitales de l'industrie et, en fait, quand on connaît la part de plus en plus forte que prend la consommation d'énergie électrique domestique et artisanale, les artères vitales de toute activité humaine.

Respect des conditions naturelles

Dans la perspective de l'aménagement du territoire, ce problème peut être traité sous trois aspects différents : l'esthétique des ouvrages, la protection des sites et la lutte contre la pollution des eaux et de l'air. Le premier de ces aspects du problème est évidemment le plus délicat : quels critères faut-il en effet appliquer pour décider de l'esthétique des ouvrages hydro-électriques ?

Lorsque j'étais à l'Ecole polytechnique de Lausanne, un de mes maîtres nous enseignait que tout ouvrage bien calculé était par définition esthétique ; mais c'était une époque où ni le calcul à la rupture ni le calcul plastique n'étaient connus. On en était encore — et il n'y a que vingt-cinq ans de cela — à des méthodes de calculs statiques, à peine améliorées de nos constructeurs de cathédrales ; seule la construction métallique prenait des allures audacieuses.

On pouvait alors affirmer qu'un ouvrage bien calculé était esthétique parce qu'il correspondait aux critères ancestraux du grand public qui juge toujours et encore d'après ce qu'il appelle le bon sens, c'est-à-dire selon les principes de la voûte simple et de la portée libre correspondant à l'utilisation du bois.

Qu'en est-il maintenant où de nouveaux matériaux apparaissent tous les jours, où de nouvelles méthodes de calcul basées sur des procédés nouveaux et une meilleure connaissance — un meilleur traitement — des matériaux, permettent de construire à rebours de ce fameux bon sens ?

Le dictionnaire des synonymes que je me suis amusé à consulter, glisse comme chat sur braise sur le terme esthétique, et vous renvoie au mot beauté en avouant cependant que le terme esthétique, je cite : « est abusivement employé parfois aujourd'hui comme synonyme de beauté dans le langage courant ».

Non, les barrages ne sont pas beaux au sens du langage courant. On les admire cependant à cause de leur dimension imposante, inhumaine presque, rarement à cause de leur audace qui est une notion extrêmement complexe et qu'on a du mal à mettre en chiffres, comme par exemple pour un pont en arc où l'on fait simplement intervenir le rapport de la portée à la hauteur de l'arc.

L'ingénieur Arnold Kaech avait établi il y a une vingtaine d'années une formule exprimant l'audace des barrages en introduisant à des puissances diverses la hauteur du barrage, la surface et le volume du béton. Cette formule apparemment logique du point de vue de l'ingénieur, faisait ressortir des faits contraires au bon sens : par exemple, le barrage de Pfaffensprung, petit barrage de 32 m de hauteur, construit il y a une quarantaine d'années, apparaissait comme le plus audacieux de tous, et c'était une justice que lui rendaient enfin les milieux spécialisés.

Non, l'audace d'un barrage saute rarement aux yeux, car il faudrait connaître notamment son épaisseur, que sa dimension même empêche de saisir par un simple coup d'œil, voire même après une inspection prolongée. De dos et à lac vide, un barrage coupole dont on vante la minceur, paraît lourd ; à lac plein et de loin, n'importe quel barrage paraît audacieux, et il le paraîtra d'autant plus que le lac est étendu, ce qui n'a rien à voir avec les dimensions et l'audace du barrage.

Un barrage est rarement beau en soi, d'autant plus qu'on utilise un matériau que l'âge rend laid, je suis navré de le dire. Les taches qui le recouvrent et l'aspect gris sale que le béton prend avec l'âge, disparaissent heureusement à une très grande échelle, et l'ouvrage finit quand même par s'intégrer dans les masses rocheuses qui l'environnent.

Je les admire — ce serait mentir que de dire le contraire — mais je reconnais que cette admiration est due essentiellement à ma formation technique bien particulière. J'admire aussi les lacs qu'ils ont formés, car je suis — comme chaque homme — ataviquement sensible à la beauté de l'eau dans un paysage. Mais que dire lorsque le lac est vide et qu'il révèle ses flancs sales et couverts de déchets divers ? C'est là qu'on peut affirmer qu'esthétique est parfois abusivement confondu avec beauté !

* * *

Deux mots sur les autres ouvrages des aménagements hydro-électriques, qui sont des ouvrages que l'on retrouve dans toute installation de production d'énergie électrique, à part les conduites forcées dont l'esthétique peut être douteuse, mais qui ne prennent pas une place trop arrogante au soleil.

Les centrales peuvent être parfaitement esthétiques au même titre que n'importe quelle construction massive — je ne dis pas industrielle, car elles n'ont que très peu cet aspect-là. Je ne m'y arrêterai donc pas.

Je reste, par contre, muet et gêné devant les postes de couplage ou de transformation et les fameux pylônes à haute tension. Si l'on peut parfaitement camoufler un poste par un rideau de verdure — mais c'est dans certains cas une entreprise gigantesque — il est difficile de cacher un pylône, véritable plaie dans la nature. Le rendre plus esthétique est une chose difficile et le résultat n'en est peut-être valable que pour quelques années. Ce qui est esthétique aujourd'hui ne l'est plus demain : on admirait les fines dentelles de la construction métallique d'il y a cinquante ans alors que maintenant on admire des constructions plus simples mais plus massives qui sont dues, non pas à des raisons esthétiques, mais au fait que la main-d'œuvre coûte de plus en plus cher par rapport à la matière employée.

* * *

Avant d'aborder le problème de la protection des sites, qu'on me permette de citer deux anecdotes dont l'une est due au célèbre géologue Lugeon.

Dans une conférence où il défendait un projet d'aménagement hydro-électrique, le professeur Lugeon citait cette petite histoire :

Il y a de nombreuses années existait une petite île rocheuse qui faisait la joie et la fierté des habitants de la région. Quelques arbres et de rares bancs mis sur place par le Syndicat d'initiative permettaient aux promeneurs et aux amoureux d'admirer, chacun à leur manière, la beauté et la force de la nature.

Par inattention ou par mollesse, l'histoire ne le dit pas, la population laissa prendre possession de l'île par des gens peu scrupuleux qui, malgré les protestations véhémentes mais tardives des autorités, arrachèrent les bancs et les arbres et couvrirent l'île de constructions dont la masse augmentait sans plan bien établi, mais proportionnellement à la puissance des propriétaires. Des protestations pacifiques, la population en vint aux mains pour détruire ces constructions qui déparaient le paysage tel qu'on avait l'habitude de le voir et de l'aimer. Le château brûla — car c'était devenu un château — mais fut reconstruit plus grand et plus arrogant qu'auparavant.

Les habitants de la région, de nature pacifique et détestant les chicanes, firent semblant de s'habituer à ces constructions, puis s'y habituèrent si bien que si l'on voulait maintenant leur enlever ce château de Chillon il faudrait plutôt leur marcher sur le corps — comme auparavant — mais pour des raisons inverses !

Cette autre anecdote aussi :

Il y a de cela fort longtemps, une communauté industrieuse — on ne parlait pas d'industriels à l'époque — vint s'installer au bord d'un lac sur des pentes sauvages et abruptes couvertes de forêts. Les naturels du pays ayant d'autres chats à fouetter les laissèrent arracher sans discernement la forêt. La terre glissant vers le bas et son industrie demandant des terrains plats ou légèrement en pente, la communauté industrieuse construisit d'innombrables murs dont la laideur fut à l'époque unanimement reconnue. Pis encore, son industrie propageait un mal dont les ravages se font sentir encore actuellement.

Périodiquement et sans jamais trouver de solution définitive, les ingénieurs étaient appelés pour lutter contre les lents et inexorables glissements de terrain qu'un arrachement inconsidéré de la forêt avait provoqués.

Mais l'on s'habitue à tout et personne ne tolérerait maintenant que l'on enlève les murs du vignoble de Lavaux. Quant au mal qu'il propage, on y fait encore face courageusement.

Ces deux anecdotes illustrent, de façon un peu simpliste peut-être, un fait que les protecteurs de la nature ne veulent pas reconnaître : protéger la nature consiste, au sens absolu du terme, à interdire toute construction humaine, les anciennes comme les nouvelles. En fait, cela consiste la plupart du temps dans leurs esprits à protéger le pays tel qu'ils l'ont vu à leur naissance, celui-là et pas un autre. Et à n'admettre qu'un type de construction qui correspond à un folklore bien déterminé et largement diffusé par les baedeckers.

Que l'on cherche à atteindre un certain équilibre, que l'on examine sainement et en commun ce qui est nécessaire et ce qui ne l'est pas, que l'on fasse la part du progrès et des besoins exorbitants en énergie d'une part, et, d'autre part, du désir de maintenir certains sites dans l'état d'équilibre qu'ils ont atteint maintenant, d'accord. Mais on ne peut être raisonnablement d'accord avec une théorie de la protection des sites qui n'est souvent que l'expression de la sclérose de la génération finissante.

Ce qu'il y a de décourageant dans les conflits qui nous opposent aux tenants de la protection de la nature, c'est qu'un dialogue est rarement possible : aux projets on oppose un non catégorique et sans nuances. Mais si d'aventure l'autorisation de construire est accordée, il est étonnant alors de constater qu'on se trouve tout à coup devant le vide : plus personne n'est là pour examiner sereinement quelles seraient encore, et il y en a, les mesures que l'on pourrait prendre pour mieux protéger un site. J'entends, bien entendu, par protéger un site, adapter les constructions et surtout limiter les horreurs que les nécessités de l'exécution des travaux laissent souvent sur place après coup.

Qu'on ne me cite pas comme mesure intelligente celle qui consiste — et c'est authentique — à faire peindre les profilés d'un pylône en bleu clair, sur la face vue en direction du ciel, et en vert foncé, sur la face vue en direction de la vallée !

* * *

Qu'en est-il de la protection des sites et des ouvrages hydro-électriques ?

Un lac artificiel — à condition qu'il soit plein — ne se différencie guère au bout de quelques années d'un lac naturel. Un site est parfaitement protégé, au sens large du terme, par l'apport d'un lac : qui n'a pas admiré le site de Serre-Ponçon à lac plein ? Et qui n'admet pas que le lac de Monsalvens près de Charmey améliore le paysage ?

Reste ce fameux et insoluble problème du lac vide, tare des aménagements hydro-électriques à accumulation et des futures installations de pompage-turbinage. Je pense qu'on ne peut faire autrement que d'en prendre son parti ; mais c'est un parti qui reste gênant pour nous ingénieurs.

Un autre aspect du lac artificiel heurte parfois le sens commun, aspect que certaines photographies aériennes font bien ressortir : cette immense masse d'eau retenue par une feuille en béton a l'air d'être accrochée « en sursis », si l'on peut dire, à la montagne. Elle bute assez malheureusement dans le vide, mais c'est peut-être une impression fugitive que seuls les aviateurs et les amateurs de haute montagne peuvent avoir.

Les aménagements au fil de l'eau créent aussi quelques bouleversements de la nature : on les admet plus facilement lorsqu'ils ont pour corollaires l'endiguement bienvenu d'une rivière capricieuse. Souvent d'ailleurs, la correction du cours d'eau précède l'aménagement hydro-électrique : c'est alors paradoxalement la nature corrigée qu'on défend avec acharnement contre une nouvelle transformation.

J'ai suffisamment fait allusion dans cet exposé aux postes de couplages et de transformation et aux réseaux de transport d'énergie pour ne pas avoir à y revenir. C'est le point faible, du point de vue de la protection des sites, de tout aménagement hydro-électrique, mais c'est aussi le point faible de toute installation de production d'énergie sous forme d'électricité. Je souhaite que ce problème soit examiné plus sérieusement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

Pour clore cette partie de mon exposé consacré à l'esthétique et à la protection des sites, reconnaissons que les ouvrages hydro-électriques, quelque gigantesques qu'ils soient, ne provoquent que des micro-bouleversements dans l'aspect général d'un pays.

* * *

Reste un aspect que j'ai effleuré tout à l'heure, qui est celui de la pollution des eaux et de l'air.

Je pense qu'à part ce problème des lacs temporairement vides, la seule cause indirecte de pollution à craindre est celle provoquée par la diminution du débit d'un cours d'eau où, grâce à l'inertie des autorités et à la négligence des gens, coulent des eaux domestiques non épurées. Il est navrant de penser que le débit que l'on impose de laisser dans une rivière ne dépend souvent que de cela. Et il est un peu étonnant de constater que l'on essaie souvent de mettre sur le dos de sociétés d'électricité la construction de stations d'épuration.

Le problème de la pollution de l'air pourrait être évoqué au sujet des brouillards qu'un lac artificiel amène dans une région jusque-là exempte de cet inconvénient. Mais il faut déjà de très grandes surfaces d'eau situées dans une région habitée pour que les inconvénients soient remarqués : il faut reconnaître qu'ils sont alors gênants.

Je ne parle pas ici des causes de pollution des eaux provenant de l'exécution des travaux eux-mêmes. Il s'agit, dans l'immense majorité des cas, de pollution très temporaire que la bonne volonté réciproque devrait permettre de régler facilement.

Reste enfin le problème des sources que les perforations de galeries peuvent tarir. Il s'agit là aussi d'un problème relativement facile à résoudre, à condition de prendre certaines précautions préliminaires telles que leur recensement et leur jaugeage préalable : le propriétaire peut difficilement prétendre après coup que sa source était, comme toujours, la meilleure et la plus riche de la région !

Le rôle de l'architecte dans l'élaboration des grands travaux hydro-électriques

Où s'arrête le rôle de l'ingénieur et où commence celui de l'architecte ?

Mon dictionnaire des synonymes précise que l'architecte est celui qui dresse les plans et les devis d'un édifice ; il ajoute qu'un bon architecte doit être un artiste dont les connaissances doivent être très variées, car il lui faut posséder des notions théoriques de tous les arts, de toutes les sciences qui ont un rapport quelconque avec l'architecture. Un ingénieur, lui, est défini comme celui qui, à l'aide des sciences mathématiques ou physico-mathématiques, dirige des constructions, invente des machines, des instruments, etc., et fournit les plans et dessins nécessaires à leur exécution. Mon dictionnaire ne précise pas ce qui fait un bon ingénieur, mais il ajoute en revanche que ce qu'il fait « suppose souvent la possession d'un diplôme officiel » !

Nous voilà classés : d'une part, les artistes aux vastes connaissances théoriques, pratiques et surtout universelles et de l'autre un bricoleur, peut-être génial, parfois reconnu officiellement, passant son temps à inventer des gadgets astucieux et les réalisant de temps à autre. C'est en tous cas ce que l'on peut tirer d'un dictionnaire qui se prétend être le reflet de l'évolution d'une langue vivante.

Les ingénieurs ont tendance à reléguer les architectes au rôle de bâtisseurs de villas et d'édifices publics dont la majestueuse grandeur est souvent inversément proportionnelle à la solidité du régime qui les fait construire ; alors que les architectes tolèrent à la rigueur que l'ingénieur bâtisse des œuvres que l'on baptise « d'art » du bout des lèvres, tout en reconnaissant que si un architecte avait pu s'en occuper on aurait alors pu parler de la signification profonde et ésotérique de ce qui eût forcément été un chef-d'œuvre.

Tout cela est vaine controverse car, encore une fois, je ne sais pas ou s'arrête le rôle de l'un et où commence le rôle de l'autre. Je pense personnellement que cette hydre à deux ou plusieurs têtes, qui préside à la construction dans beaucoup de pays, doit disparaître pour faire place à des équipes cohérentes, ayant l'habitude de travailler ensemble et où chacun met à la disposition de l'ensemble ses meilleures aptitudes et ses connaissances personnelles. A la tête de ces équipes, il pourra y avoir un architecte ou un ingénieur, peu importe, pourvu que ce soit un bâtisseur dont la personnalité est assez forte, non pas pour écraser l'équipe, mais pour lui faire rendre le maximum dans un esprit de collaboration totale.

Je suis absolument convaincu que l'étude d'une construction définie par un ensemble de données et la recherche de la meilleure solution en fonction du terrain, des matériaux, des méthodes de construction et d'une certaine esthétique, ne peut plus être l'œuvre d'un seul homme ni celle d'une succession de spécialistes dont l'un bâtit le squelette, l'autre y accroche les muscles et enfin le troisième le couvre d'une peau et d'attributs plus ou moins attrayants pour lui faire passer le concours du plus bel bel athlète de France et de Navarre.

Dans le domaine de la construction de grands ouvrages, dans celui aussi de la construction industrielle, la solution qui consiste dans ce pays à consulter un bureau d'architectes et un bureau d'ingénieurs dont on donne à l'un ou à l'autre la direction générale, selon que l'art ou la technique prédomine, et où chacun travaille plus ou moins en vase clos en défendant opiniâtrement ses idées, est une solution périmée qui doit disparaître tôt ou tard. Je pense que cela est aussi vrai pour la construction d'édifices dont la conception logique et économique ne peut être que le résultat du travail d'une équipe de spécialistes intimement liés : pensons à la préfabrication ou plutôt à l'industrialisation de la construction ; pensons aux problèmes que pose l'urbanisme et, sur une plus grande échelle, à l'aménagement du territoire. Mais cela est une autre histoire et il faut bien reconnaître que les esprits ne sont pas encore mûrs pour un tel changement de nos habitudes. D'ailleurs, nous-mêmes, sommes-nous prêts à admettre que l'architecte ou l'ingénieur s'efface pour faire place à un bâtisseur ou à un constructeur, qu'on l'appelle comme on voudra ?

Voilà pourquoi je suis embarrassé de définir le rôle de l'architecte traditionnel dans la conception des ouvrages d'art de la production hydro-électrique. Ou alors, si vous me forcez à répondre, je dirai brutalement que quand un barrage est terminé on fait — ou on ne fait pas — appel à un architecte pour déterminer la dimension des barrières et la forme des lampadaires, et que lorsque les plans d'une centrale souterraine sont achevés on demande à un architecte de bien vouloir vérifier le développement des escaliers, l'emplacement de certains locaux et de faire des propositions pour la décoration des parois. Et ce serait une réponse absurde, mais c'est malheureusement ce qui se passe actuellement avec l'hydre dont je vous parlais tout à l'heure et dont chacune des têtes veut prendre le dessus.