

# Aménager l'existant, imaginer le futur

Autor(en): **Hadorn, Jean-Christophe**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **109 (1983)**

Heft 12

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-74966>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Aménager l'existant, imaginer le futur

par Jean-Christophe Hadorn, Lausanne

## Préambule

Au sens le plus courant du terme, je ne fais pas professionnellement partie du « Génie civil » mais plutôt de la « Technologie énergétique », étant entendu que cette dernière appellation recouvre des occupations très diverses.

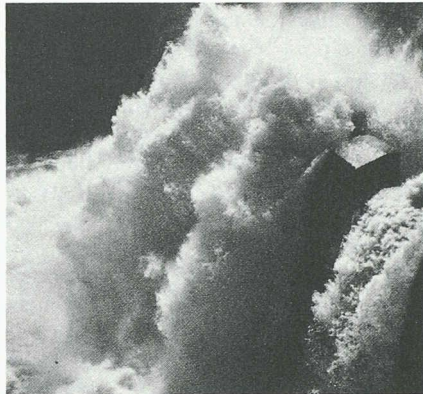
En admettant ainsi quelque cloisonnement entre ces deux disciplines et en reconnaissant ma courte expérience professionnelle, je ne me sens ni compétent ni qualifié pour discourir de manière grandiose sur les perspectives du génie civil...

Ma contribution au travers de ces quelques lignes s'explique plutôt par la volonté des promoteurs de ce recueil d'aborder un large éventail des aspects de la profession d'ingénieur civil.

Mon propos sera donc plutôt orienté dans un premier temps vers les aspects de mon métier dans lesquels la formation d'ingénieur civil et la spécificité de son approche peuvent apporter quelque chose et enfin vers une réflexion plus générale sur la profession d'ingénieur civil, l'image qu'elle peut paraître donner d'elle-même ainsi que son rapport avec les systèmes naturels et humains.

## Systèmes civils et technologie énergétique

D'une manière très générale et pour situer le contexte, tout ensemble d'éléments permettant la vie d'une communauté de citoyens est ce que l'on appelle dans un joli jargon un *système civil*, et nécessite de l'énergie.

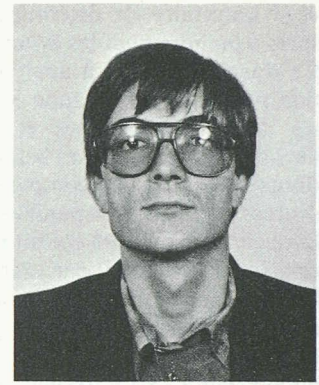


Energie renouvelable: mise en œuvre au travers de la technique.

La mise en œuvre d'une énergie par l'homme et à son service réclame, elle, l'étude et la maîtrise d'une technique. C'est ce que l'on désigne par *technologie énergétique*.

Historiquement les premières technologies énergétiques font appel à l'homme lui-même (utilisation d'un outil par exemple), à l'animal (cheval de selle pour le transport ou de trait pour le développement des cultures), puis aux éléments naturels renouvelables tels que le bois et le soleil pour la cuisson, le chauffage ou l'éclairage, ou encore l'eau et le vent pour la création d'importantes forces motrices (moulins), et enfin aux éléments non renouvelables à l'échelle humaine tels que le charbon, le gaz, le pétrole et l'uranium, pour des usages que nous connaissons bien.

La technologie énergétique a ainsi un rapport privilégié avec la vie et l'animation d'un système civil au travers de la construction, des transports, de l'alimentation et du confort pour ne citer



**Jean-Christophe Hadorn**, ingénieur civil dipl. EPFL.

Double nationalité, suisse et français, 28 ans. Diplôme d'ingénieur civil à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne en 1979, lauréat des prix Dommer, Stucky et SVIA. De 1979 à 1981, ingénieur de recherches à l'Institut d'économie et aménagements énergétiques de l'EPFL, dans le domaine des transferts thermohydrauliques des milieux souterrains, du stockage de chaleur et de la simulation des systèmes solaires. Depuis 1981, ingénieur d'études et de projets au bureau d'ingénieurs-conseils Sorane SA, à Lausanne (Gestion énergétique, physique du bâtiment, systèmes solaires et conventionnels, projets-pilotes, collaboration à l'Agence internationale de l'énergie).

que les éléments les plus importants et évidents.

Au sens large la technologie énergétique est donc une notion vague pour décrire une profession.

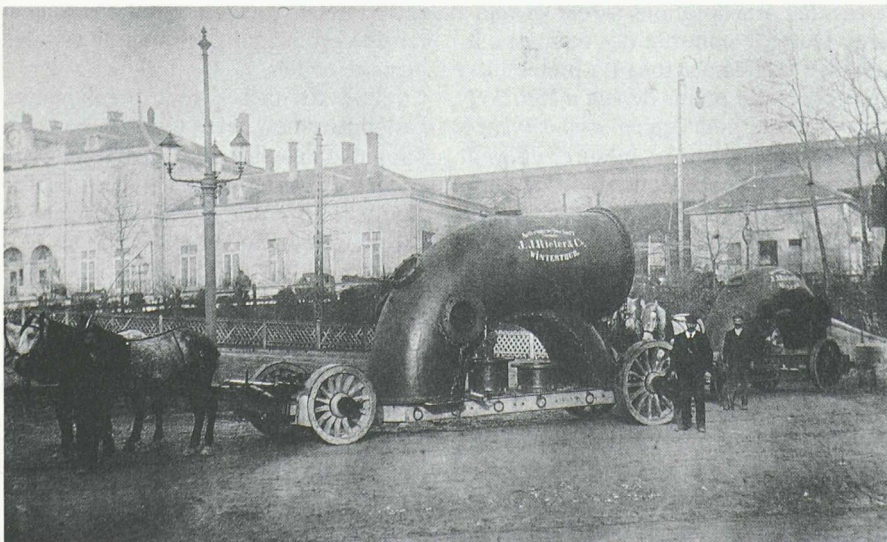
De fait, mon métier a plutôt trait à l'élément confort puisqu'il est essentiellement orienté vers l'énergétique du bâtiment et plus généralement des équipements, et c'est donc sur cet aspect que j'insisterai.

## L'approche de l'ingénieur civil et l'énergétique du bâtiment

Pour clarifier, nous dirons que l'énergétique du bâtiment consiste à mettre à la disposition d'un utilisateur un système de production ou d'économie d'énergie, lui permettant de remplir un service ou de fournir une prestation en répondant à un ensemble de qualités.

Le plus souvent, *il s'agira de maintenir une habitation à une température agréable pour ses occupants, quelles que soient les conditions météorologiques extérieures*, ou en termes plus courants de « chauffer une maison ».

Ce problème de base est durant longtemps apparu comme relativement simple. Compte tenu de notre mode de pensée actuel que je résumerai très schématiquement par « économie — bien-être — peu ou pas d'atteintes à la na-



Energie d'hier et d'aujourd'hui: l'image même du progrès en marche!

ture», il sous-entend que toute une série de questions importantes soient d'abord identifiées puis que des solutions soient imaginées et enfin comme dans tout travail d'ingénieur, chiffrées ou en tout cas quantifiées énergétiquement et financièrement.

Jouons donc quelques instants le rôle de l'ingénieur chargé du projet de «chauffer une maison» et posons-nous pêle-mêle quelques-unes des questions qu'il devra (ou devrait) ne pas éviter, en partant de chaque notion introduite dans la formulation de notre problème de base:

— *habitation*: de quelle habitation s'agit-il? existante à rénover ou transformer ou nouvelle? ai-je des plans? tous les plans? quel est son environnement, sa situation, sa destination? puis-je la visiter, mesurer quelque chose, faire quelques estimations et choix préliminaires? a-t-on pensé à intégrer un élément solaire passif? quels sont les matériaux prévus? etc... «il faut que je rencontre l'architecte»...

— *température agréable*: s'agit-il seulement de la température, ou encore de l'humidité, des vitesses d'air et du bruit? de quelle température? au fait, agréable pour qui et quand?... «il faut que je rencontre l'occupant si c'est possible»...

— *maintenir*: des fluctuations sont-elles permises? lesquelles?...

— *conditions météorologiques extérieures*: lesquelles me seraient nécessaires (température, humidité, vent, soleil)? où puis-je les trouver? faut-il des conditions moyennes ou extrêmes? que veut dire extrêmes? «il faut que je retourne voir les occupants, si c'est possible»...

— *occupants*: qui sont ou seront-ils? quelles sont leurs exigences et leurs habitudes qui interfèrent avec mes préoccupations? quelle somme d'argent sont-ils prêts à investir pour la production de chaleur et les économies d'énergie possibles? ont-ils déjà pensé à des systèmes? Au fait, quels systèmes sont possibles dans leur cas, avec quels matériaux, combien coûtent-ils et quel est leur bilan énergétique? etc...

— «*il s'agira*»: quand et comment vais-je contrôler les solutions choisies et construites? etc...

L'ingénieur devra donc travailler dans un environnement construit, et réfléchir, en tenant compte des conditions naturelles et humaines particulières au projet, des conditions techniques et financières du marché, en s'appuyant sur les méthodes d'investigations (mesures et calcul) qu'il peut connaître.

L'approche pragmatique («je vais voir et je discute») sera nécessaire pour définir les conditions aux limites du problème, ainsi que la gamme possible de solutions.

Le dialogue avec l'architecte, l'occupant et l'ingénieur des structures devra être constamment maintenu.

Le pragmatisme devra ensuite faire place à l'étude de systèmes pour lesquels beaucoup de conditions ou de paramètres restent obscurs, inquantifiables, inconnus provisoirement ou définitivement, à l'aide de méthodes simples mais empiriques, ou complexes mais nécessitant de nombreuses données qu'il faut «aller chercher».

Un des problèmes à ce stade, et ce n'est pas le moindre notamment pour les systèmes faisant appel aux «énergies nouvellement re-découvertes», ou particuliers, consistera à choisir une méthode adaptée à son problème, si tant est que l'ingénieur en connaisse plusieurs..., ce qui lui demandera un constant effort de mise à jour, de recherche personnelle et de documentation.

Plus tard, une fois le système choisi et construit, il conviendra, dans certains cas, de se donner les moyens de vérifier ses hypothèses et ses calculs en mesurant l'installation ou en interrogeant ses utilisateurs et exploitants, tout simplement pour savoir, et éviter à l'avenir d'éventuelles erreurs.

L'ensemble de cette démarche schématiquement esquissée est, somme toute, assez typique de la formation de l'ingénieur civil, dans laquelle les éléments naturels et humains à priori inconnus jouent le rôle principal. En ce sens, aucun projet ne peut être semblable, d'autant plus qu'en énergétique du bâtiment, les économies sont prioritaires et que le recours à des systèmes bioclimatiques et solaires, par définition spécifiques, devrait s'intensifier.

C'est aussi dans ces dissemblances réclamant de l'imagination que l'ingénieur puisera des motivations nouvelles.

### Les sols en tant que ressource thermique

Au-delà d'une concordance d'approche entre l'ingénieur «énergéticien du bâtiment» et l'ingénieur civil, l'utilisation des sols à des fins thermiques représente à court et à moyen terme un domaine dans lequel l'ingénieur civil peut apporter une contribution.

Depuis quelques années sont apparues commercialement les pompes à chaleur puisant leur énergie dans les sols meubles (jardin de villa par exemple) ou encore dans les nappes d'eau souterraines. L'avenir du recours intensif aux systèmes solaires actifs pour nos besoins en chaleur (qui représente actuellement en Suisse plus des 2/3 du total de l'énergie utile) passe par le développement du stockage saisonnier de chaleur (on conserve la chaleur solaire estivale dont on n'a pas besoin pour l'utiliser en hiver).

Sans entrer dans le détail, le stockage saisonnier de chaleur, dans une gamme de températures allant de 0 °C à 100 °C environ, qui apparaît le plus intéressant

à divers points de vue est le stockage souterrain.

Tout d'abord parce qu'il nécessite peu ou pas d'emprise en surface et que des volumes très importants sont nécessaires et ensuite parce que les caractéristiques thermophysiques des terrains s'y prêtent dans une certaine mesure.

Dans cet ordre d'idée, les systèmes envisagés en Suisse sont les cuves en béton isolées, remplies d'eau et enfouies sous terre, les stocks en terre ou en rocher dans lesquels le sol lui-même constitue le milieu de stockage, et les stocks en aquifère (nappe d'eau souterraine).

Diverses réalisations expérimentales ou opérationnelles ont vu le jour ces dernières années et un grand effort devra être consenti à l'avenir dans cette direction, pour une véritable éclosion des installations solaires capables d'assurer une part importante de nos besoins en chaleur hivernaux.

Dans ce genre de réalisations, la connaissance de la structure et de l'hydraulique des sols est étroitement liée à celle des processus thermiques fondamentaux.

La vision des sols par l'ingénieur civil, qui devrait traditionnellement être faite principalement d'«empirisme scientifique» et surtout d'humilité devant la complexité, peut être d'un apport décisif pour autant qu'elle soit accompagnée d'une réelle maîtrise des phénomènes thermiques non stationnaires.

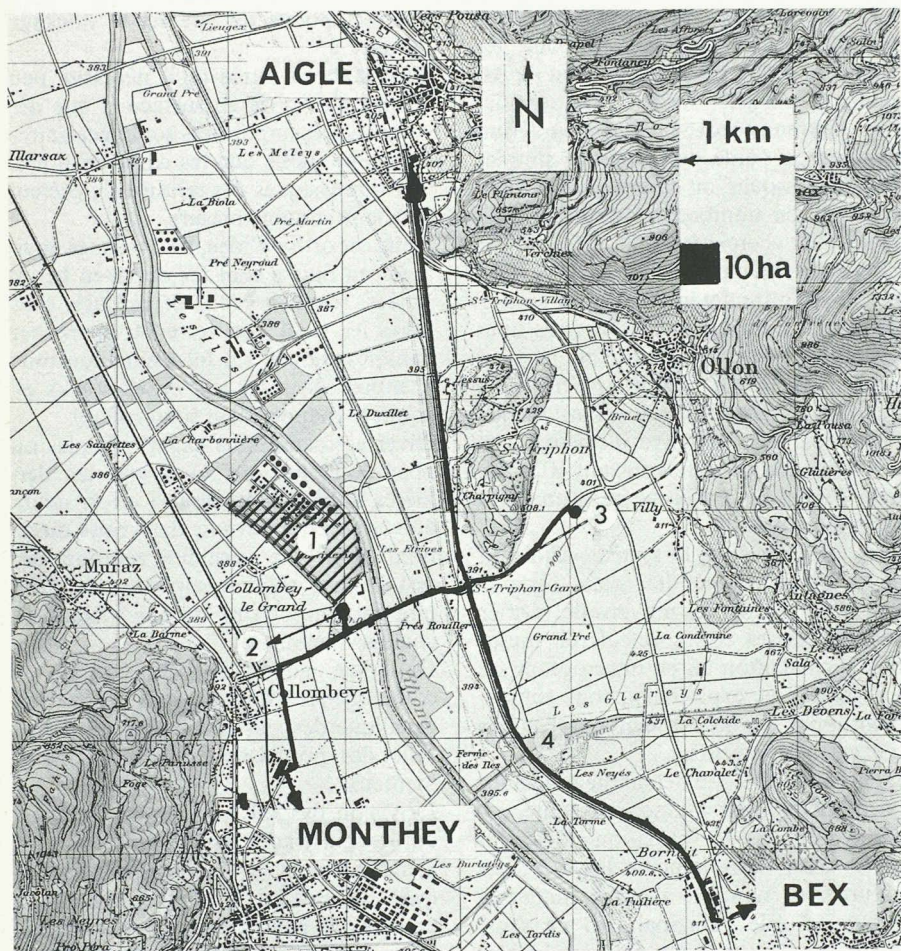
Maîtrise que, d'une façon générale, l'ingénieur civil ne possède pas et qui, de plus, est rendue difficile par le fait que la thermique du sous-sol est encore une science jeune. Le maintien de la liaison avec la recherche au sortir d'une formation universitaire et une grande ouverture d'esprit sont dès lors des qualités nécessaires au concepteur de tels systèmes.

### Mutations et nouvelles connaissances

Dans l'optique d'une formation universitaire et pour les domaines que j'ai évoqués précédemment, il est bien évident que des connaissances approfondies en thermique sont nécessaires, de même qu'en ingénierie des systèmes énergétiques appliqués à l'habitat. Ces connaissances ne font pas directement partie du bagage de l'ingénieur civil actuel, qui doit, de fait, faire preuve d'un esprit autodidacte forcé pour tenter de les acquérir.

Soulignons ici qu'une des mutations et non des moindres dans la formation même des ingénieurs civils sera, à tout le moins pour les domaines qui me sont proches, de considérer qu'un système même *petit* peut avoir de l'intérêt.

En effet il est bien rare qu'un étudiant en génie civil de nos Ecoles polytechniques imagine sa profession future autre-



Aménager l'avenir: plan de situation extrait du travail de diplôme de l'auteur; projet d'aménagement utilisant l'énergie solaire pour le chauffage de 18 000 personnes.  
1. Champ de captage. — 2. Bâtiment central. — 3. Site de stockage. — 4. Réseau de distribution.  
(Reproduit avec l'autorisation de l'Office fédéral de topographie du 16 juillet 1980.)

ment qu'en termes de *grands* ponts, de *grands* barrages ou de *grands* bâtiments, non seulement, à mon avis, du fait de l'enseignement lui-même mais aussi à cause de l'image traditionnelle de l'ingénieur civil sur laquelle je reviendrai.

Certes les grandes choses seront véritablement le lot de quelques-uns, mais force est de constater que ces grandes choses ne se feront sans doute plus très souvent à moyen terme en Suisse.

Il est donc temps que l'étudiant en génie civil apprenne également *les vertus du petit*.

Une autre mutation nécessaire pour aborder l'énergétique future concerne encore une fois l'état d'esprit de l'ingénieur civil.

Si certaines données de son problème habituel sont en général mouvantes (sol de fondations des ouvrages par exemple), d'autres sont le plus souvent agréablement fixées spatialement et temporellement (les charges sur les ouvrages par exemple).

Bien que l'enseignement de la dynamique des constructions se soit développé durant ces dernières années, l'ingénieur civil n'est confronté aux problèmes des conditions aléatoires que dans l'étude des systèmes de transport. Dans une énergétique bioclimatique et économe, la prise en compte de données difficile-

ment saisissables ou aléatoires telles que l'environnement, la météorologie, les réactions des occupants et les interactions entre mesures prises ou systèmes devient fondamentale.

Enfin, l'enseignement des méthodes de calcul numérique et de son support l'informatique, sans pour autant abandonner les méthodes analytiques de base, me semble une nécessité, dans la mesure où l'on souhaite construire des systèmes rationnels et effectuer des prévisions, ou encore ne serait-ce que pour éviter que la plupart des ingénieurs civils de bureaux d'étude n'utilisent des programmes «boîte-noire» et en tirent des conclusions erronées voire dangereuses.

### Aménager l'existant, imaginer le futur

En guise de conclusion à ces quelques lignes, essayons d'aborder une réflexion plus générale sur l'ingénieur civil, bien que, on l'aura sans doute perçu au travers de ce numéro spécial, il n'existe pas de type unique.

Dans les années cinquante et soixante, l'image de l'ingénieur civil était celle du grand constructeur capable de *dompter* la nature, vue ainsi comme une bête féroce.

Dans les années septante, avec une certaine prise de conscience générale de

l'humilité de la position de l'homme dans la nature, l'ingénieur civil est devenu le bétonneur du paysage. Image qui sous-entend au passage que l'ingénieur civil ne s'occupe que de béton ou, pour être encore plus méchant envers mes congénères, n'a utilisé que du béton pour cacher le paysage...

Cette image encore répandue correspond certainement à une réalité ici ou là.

Les dernières décennies ont donc été, dans les pays occidentaux au moins, le règne de la grande construction qu'il fallait mener à bien sûrement et rapidement. L'ingénieur civil était particulièrement bien formé pour cette noble tâche, appliquant çà et là des méthodes empirico-scientifiques ayant fait leurs preuves sur des ouvrages similaires.

Petit à petit, le taux d'équipements de nos pays devenait élevé et il devenait impératif de construire le plus rationnellement possible, de faire toute sorte d'économies avec un budget de plus en plus restreint.

L'importance des notions de système a été reconnue, le *grand* s'est souvent singulièrement rétréci et la similitude entre projets a de plus en plus disparu. En même temps, et ce n'est évidemment pas une coïncidence, l'énergie est devenue un bien précieux et a orienté différemment la conception des projets.

Dans les années à venir, la gestion de l'existant devrait donc occuper une place privilégiée, non pas dans le sens simple de «faire avec» mais plutôt de «faire mieux ou différemment avec», en trouvant des adaptations originales de l'existant.

A plus long terme, devant les mutations bien connues de la société (économiques, sociologiques, philosophiques...) observées par tous depuis quelques années surtout parce qu'elles sont plus rapides que par le passé, et pour lesquelles aucun remède (si tant est qu'il s'agisse d'une maladie) n'a vraiment encore été trouvé et ne le sera sans doute jamais, l'ingénieur civil devra développer un sens imaginaire et créatif plus aigu pour lui permettre d'envisager des solutions nouvelles.

La formation universitaire devra y contribuer en privilégiant l'imagination, la création et l'innovation des étudiants. L'ingénieur civil conscient que le petit est plus répandu que le grand et souvent plus conforme aux desseins actuels de la «société» peut jouer, dans ce contexte, un rôle important grâce à son approche fondée simultanément sur les sciences «exactes», les sciences humaines et les sciences de la terre.

Adresse de l'auteur:  
Jean-Christophe Hadorn  
Ingénieur civil EPFL/SIA  
c/o Sorane SA  
Route du Châtillard 52  
1018 Lausanne