Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 112 (1986)

Heft: 5

Artikel: Les entraves dans l'industrie de la construction et dans l'économie énergétique

Autor: Kohn, Michael

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75971

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: 10.12.2025

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

Les entraves dans l'industrie de la construction et dans l'économie énergétique

par Michael Kohn, Zurich

Le thème des Journées d'Engelberg 1986, organisées par le Groupe spécialisé SIA de la construction industrialisée, évoquait le Mur des Lamentations, invitant à énumérer toutes les forces malignes qui empêcheraient la prospérité des milieux de la construction.
Parmi les exposés évoquant ces entraves, celui de M. Kohn nous a paru intéressant par le parallèle entre la construction et l'économie énergétique, confrontées aux mêmes problèmes et liées à plus d'un titre. C'est pourquoi nous avons choisi d'en présenter à nos lecteurs une version française.

Rédaction

1. Introduction

A suivre les prévisions économiques de ce début d'année, on peut conclure que cela va plutôt bien en Suisse. L'ambiance générale est à l'optimisme. Cela n'est toutefois pas vrai pour l'ensemble des domaines de l'économie; tous ne sont pas exempts de soucis.
L'économie énergétique – pour commencer par elle – ne connaît pas de problèmes immédiats. A longue échéance toutefois, le secteur de l'électricité se demande comment il va pouvoir couvrir des besoins en courant en croissance constante, surtout si l'on songe qu'aucune centrale électrique n'est actuellement en chantier en Suisse, si l'on excepte les installations plutôt modestes d'Ilanz I et II. Au lieu de couler du béton, nous produisons des thèses et des expertises; au lieu de travailler à des plans d'armature, nous concoctons des projets de lois et des règlements. Nous voilà déjà au cœur du problème.
L'industrie de la construction n'appartient pas non plus aux domaines de l'économie les plus florissants. Elle n'a pas du tout été entraînée par la reprise. Cette branche est aux prises avec des difficultés tant conjoncturelles que structurelles. Au cours des neuf premiers mois de 1985, la demande de prestations s'est réduite de 8% par rapport à l'année précédente. Contrairement au développement général de la conjoncture, les perspectives sont envisagées dans cette branche avec la plus grande réserve.
On ne peut nier qu'il existe une certaine saturation de la demande. Le développement de l'infrastructure a atteint un plafond et une démographie presque stagnante permet de repousser à plus tard la poursuite des éléments de l'infrastructure qui sont dépendants du chiffre de la population. Sur 3000 communes suisses, il n'y en a que 500 à 600 au maximum qui voient croître leur population. S'il est vrai que les générations issues d'années de forte poussée démographique arrivent en âge de se marier, leur influence sur le volume de la construction se réduit du fait que nombre de ces jeunes Suisses habitent déjà dans leur propre appartement. Il n'y a donc pas d'impulsions à attendre sur le plan démographique.
D'autre part, la bonne conjoncture générale n'amène guère d'eau au moulin de la construction. Même si la nécessité de faire des économies s'est allégée çà et là, c'est avant tout dans le domaine des investissements immobiliers qu'une retenue s'observe en priorité, les autres dépenses étant prescrites par la loi. Même sur le plan international, notre industrie de la construction est loin de n'avoir fait que des expériences positives et n'a pas réussi à étoffer ses carnets de commandes. Enfin, comme une capacité de production excédentaire se rue sur un marché au volume constant, on observe une sous-enchère ruineuse pour la branche. Rien d'étonnant donc à ce que cette dernière se trouve dans une situation peu confortable.
Les conditions dans lesquelles l'industrie de la construction exerce ses activités se sont dégradées; c'est là un fait sur lequel on n'a que peu ou pas de prise, mais ce n'est pas notre propos. Ce qui nous occupe ici, c'est de savoir quels problèmes ont été créés par nous-mêmes et lesquelles de ces entraves peuvent être supprimées dans notre pays, afin de remédier dans une certaine mesure aux difficultés affrontées par la construction. En d'autres termes, quels freins s'opposent à son développement profitable et, parallèlement, à celui de l'économie énergétique, et comment est-il possible de les relâcher?

2. Problèmes et entraves

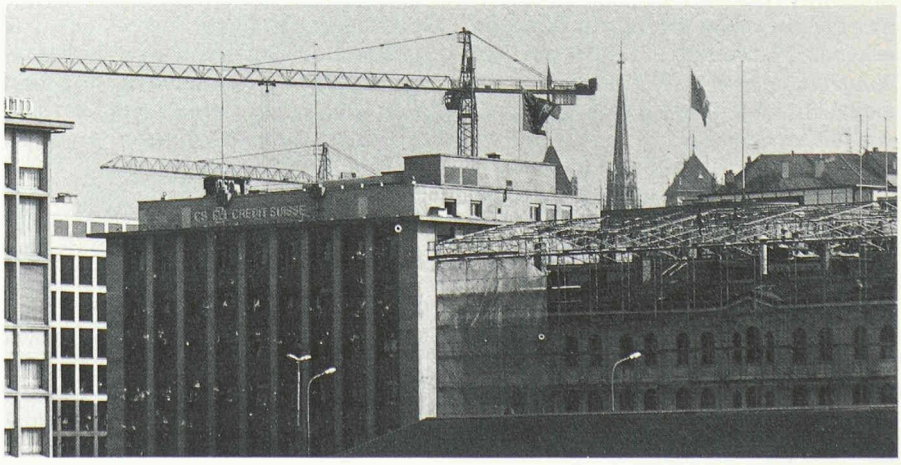
Voici quelques-uns des facteurs qui entravent le développement de la construction:

2.1 *Malgré tout, cela va encore bien pour nous!*

Les signaux d'alarme ne sont pas perçus et on n'écoute pas (encore) les prédictions pessimistes d'une branche aux abois. Certes, avec ses 450000 collaborateurs occupés dans plus de 40000 entreprises – soit un septième de la population active – l'industrie suisse de la construction présente une importance économique énorme. Toutefois, ses problèmes et même ses crises sont accueillis avec indifférence par de larges milieux, en tout cas pas avec l'attention nécessaire.

2.2 *La saturation de la construction*

Face à l'émergence du mouvement écologique et d'une philosophie des «limites de la croissance», la construction, tout comme le développement du réseau de distribution d'énergie, incarne généralement le développement et la croissance forcenés. Le béton est devenu le symbole de la destruction de l'environnement et de la dégradation de la nature, tout comme l'atome et l'énergie nucléaire. C'est ainsi que la construction, avec ses signaux visibles, comme les grues, les camions ou les marteaux-piqueurs, s'est retrouvée au centre d'une controverse socio-politique: croissance pour les uns, croissance nulle pour les autres. Et comme la construction exige un approvisionnement en énergie, elle est devenue, avec l'économie énergétique, le bouc émissaire d'une évolution que tous ont voulue naguère et qui profite aujourd'hui encore à chacun.



2.3 *Priorité à l'écologie*

La priorité accordée à l'écologie amène une entrave supplémentaire. On ne peut nier que la protection de l'environnement a été négligée pendant très longtemps. Il est compréhensible que le *boom* de l'après-guerre et les charges croissantes pesant sur l'environnement aient suscité et polarisé des oppositions. Pour rester un instant dans le domaine de l'énergie, relevons que la commission fédérale pour une conception globale de l'énergie a défini un approvisionnement adéquat en énergie comme *suffisant, économique et respectueux de l'environnement.* Aucun de ces buts n'est prioritaire ou secondaire, ils doivent être en accord. Dans le domaine de la construction également, l'écologie et l'économie doivent s'équilibrer. La protection de l'environnement n'est pas – ne devrait pas être – une préoccupation socio-politique rejetant toutes les autres dans l'ombre. En pratique, toutefois, des milieux fortement engagés lui assurent la prépondérance, probablement pour compenser un déficit écologique. Dans la construction également, la «philosophie verte» commande de se distancer d'une évolution qui nous a conduits dans une impasse et a surtout comporté des inconvénients – vraiment que des inconvénients?

Cela s'est traduit en pratique par la loi sur la protection de l'environnement, qui en soi se justifie certainement. Mais la vérification obligatoire de la compatibilité à l'environnement introduit une course d'obstacles dont on ne mesure pas encore les conséquences. Par ses seuls obstacles et barrières administratives, elle exerce à l'égard de réalisation d'ouvrages d'infrastructure une dissuasion qui peut se révéler paralysante pour la construction.

2.4 *L'euphorie de la planification et des conceptions*

Ce n'est pas seulement dans le domaine de la protection de l'environnement que le *boom* de l'après-guerre et la croissance effrénée ont conduit à de nouvelles barrières et à de nouvelles entraves. Dissipons tout malentendu: il ne s'agit pas d'en revenir au laisser-aller de jadis. Les excès des années cinquante et soixante ont effectivement conduit à des dégradations. La question est de savoir comment doser le freinage et dans quelle direction orienter l'évolution. Chaque véhicule demande une certaine distance de freinage; un coup de frein trop énergique conduit au dérapage.

Dans le but d'orienter plus sainement le développement, d'innombrables tentatives de planification de l'infrastructure ont été entreprises par la Confédération: conceptions globales, plans directeurs, programmes de construction et de planification. La planification fait partie intégrante de la construction. Alors que l'élaboration de plans visait naguère à construire, elle s'avère aujourd'hui un frein à la construction. C'est ainsi que la conception globale des transports a plutôt conduit, pour diverses raisons, à retenir et stabiliser les investissements qu'à une réalisation planifiée répondant de façon fluide à la demande. Cela tient de toute évidence au fait que les Suisses ne sont pas friands de gros coups de dés, politiquement difficiles à faire passer. D'autre part, certaines de ces conceptions se sont révélées unilatérales et insuffisamment flexibles: il suffit d'en retirer un élément important pour que l'ensemble s'effondre. La conception globale de l'énergie, par exemple, a su éviter cet écueil en recourant à la technique des scénarios. Différentes voies s'offrent pour modeler l'approvisionnement en énergie de la Suisse: un plan directeur doit énumérer les avantages et les inconvénients ainsi que les conséquences des solutions possibles, le choix du scénario ou d'une combinaison étant laissé à l'autorité politique. C'est ainsi que la politique énergétique de la Suisse évolue aujourd'hui dans le cadre d'un scénario d'économie de marché fédéraliste défini par la commission. Elle est poursuivie, bien que le nouvel article constitutionnel sur l'énergie proposé par la Confédération ait été rejeté lors de deux votations.

2.5 *Densité des règlements*

C'est dans les milieux de la construction que l'on se plaint le plus de la densité des règlements qui pèsent sur les maîtres d'ouvrage, les entrepreneurs, les architectes et les ingénieurs. Les articles, conférences et symposiums sur ou contre la marée montante des normes et la densité de la législation foisonnent.

Les lois sur la planification, la construction et la protection de l'environnement, les directives et les ordonnances menacent de devenir de véritables monstres, capables d'enrayer gravement l'activité de l'industrie de la construction. Le parcours conduisant à la réalisation d'un ouvrage est devenu un chemin de croix. Pour concrétiser un projet, il faut obtenir d'innombrables autorisations de la part d'instances les plus variées. Qui veut construire doit prévoir ses dépenses administratives en conséquence. Dans certains domaines, il n'y a plus que des spécialistes pour s'y retrouver – et encore à grand-peine. Il est évident que cela constitue du pain béni pour les juristes et que les grandes entreprises, disposant d'un état-major administratif, en sont favorisées. Certains milieux propagent l'idée qu'après la croissance et la vague de construction de l'après-guerre, la construction ne pouvait plus être laissée en mains des architectes et des ingénieurs. Qu'on nous permette de dire qu'il ne convient pas plus de la confier aux sociologues, aux écologistes et aux juristes!

Bien qu'on déplore la densité actuelle des règlements, il convient de reconnaître que l'on en a aujourd'hui davantage besoin que par le passé. Le monde et la cohabitation sont devenus plus compliqués. Si les hommes des cavernes n'avaient pas besoin de règlements, nous ne pouvons plus nous en passer, du fait de la complexité de la technique. Pour illustrer cette évolution, un exemple: en 1955, il m'a fallu neuf mois pour faire avec trois ingénieurs les calculs statiques du barrage de Zerveila, au-dessus de Vals, dans les Grisons. A nous quatre, nous avions à résoudre à la main 60 équations à 60 inconnues pour le dimensionnement du barrage et la vérification des contraintes. L'ordinateur assure aujourd'hui cette tâche en quelques minutes. Par contre, pour mener à bien le projet d'un barrage, avec tout ce que cela implique, il ne faut pas moins, *mais plus de monde:* des juristes pour traiter les oppositions complexes, des écologistes pour étudier la compatibilité avec l'environnement, ainsi que d'autres collaborateurs pour l'administration et les relations publiques. Des ouvrages simples sont devenus le centre de problèmes complexes; construire est devenu un acte politique.

Bien que l'on puisse comprendre dans une certaine mesure cette évolution, on ne peut pas lui laisser libre cours. Nous y reviendrons.

2.6 *Perfectionnisme*

Notre perfectionnisme contribue encore à la prolifération des normes dues aux circonstances. Afin de se prémunir contre tout reproche, l'administration succombe à la tendance de tout réglementer, et nos politiciens lui emboîtent volontiers le pas. Ce qui nous manque, c'est le courage d'envisager que tout ne soit pas parfait. Des connaissances lacunaires ou une information insuffisante ne doivent pas servir de prétexte à retarder de nécessaires actions. Il est préférable de décider à temps sur des bases incomplètes que d'agir trop tard avec des informations complètes.

La prolifération des normes et des règlements est encore contenue, dans le domaine de la construction, par le fait que ce n'est pas l'Etat, mais la SIA qui assure l'essentiel de leur élaboration. Jusqu'ici, cela garantissait encore une application plus ou moins conforme aux exigences de la pratique. Là où l'Etat s'est manifesté, par exemple par l'ordonnance sur les téléfériques ou les directives sur la protection des citernes, les textes sont pratiquement imbuvables. Au vu de notre perfectionnisme helvétique, il convient d'éviter que la SIA tombe dans un tel excès de zèle.

2.7 *Bureaucratie*

Un autre frein, qui ralentit la construction à l'extrême, c'est la bureaucratie. Chaque entrepreneur ou chaque artisan pourrait y aller de son couplet. La densité des règlements et le perfectionnisme conduisent au triomphe du formulaire.

L'entrepreneur se mue en administrateur pour maîtriser règlements, décomptes et justificatifs, qu'il s'agisse du personnel, des assurances, des primes, des vacances, des heures supplémentaires ou des apprentis. Ce sont les petites entreprises qui en souffrent le plus, alors que l'on mise sur elles pour intensifier les innovations technologiques.

2.8 *Crise d'application*

La crise d'application résulte du zèle du législateur et de la prolifération des règlements. Il ne faut pas s'étonner que l'application de ces derniers laisse à désirer, si l'on songe qu'elle est en règle générale confiée par les cantons ou les communes à des fonctionnaires ne disposant souvent pas des connaissances techniques nécessaires. Le droit de la construction peut ainsi conduire à l'injustice, car il n'est pas appliqué partout selon les mêmes critères, la pratique variant selon le lieu d'application. L'excès de réglementation peut conduire à fin contraire. En Italie, tout est réglé intensivement jusqu'au plus petit détail, de sorte que la liberté la plus complète finit par régner, car tout ne peut être contrôlé et tout devient négociable. Que les interventionnistes se disent bien que l'excès de réglementation profite finalement au fort.

2.9 *Manque de décisions politiques*

L'incapacité de décider sur le plan politique est une autre raison pour laquelle les problèmes de la construction attendent toujours leur solution. Leur enjeu est d'autant plus élevé qu'ils sont plus complexes. Nombre de décisions comportent des conséquences à longue échéance. La portée des choix politiques n'est pas toujours entièrement saisie. Cette évolution oblige les autorités, à tous les échelons, à faire des choix dépassant leur capacité décisionnelle, quelle que soit leur bonne volonté. L'exercice du gouvernement devient de plus en plus problématique dans les démocraties occidentales. Kaiseraugst n'en est qu'un exemple. L'opposition utilise de nouvelles voies et de nouveaux moyens, même la violence, ce qui aboutit à rendre toute solution presque impossible. La polarisation empêche d'en arriver à un consensus; c'est pourquoi la politique choisit souvent la voie médiane ou l'expectative, ce qui permet de gagner du temps. Mais le temps gagné ne s'accompagne-t-il pas souvent d'une perte de substance?

2.10 *Nous vivons dans une démocratie*

Cette forme de gouvernement reste encore la meilleure, mais elle coûte énormément de temps. Il faut deux choses pour qu'elle ne conduise pas à la paralysie: d'abord, elle demande à être conduite. Ensuite, elle exige que l'on réfléchisse à ce qu'est la démocratie. Ce qui rend difficile la solution du problème des centrales nucléaires, du développement de notre infrastructure et de bien d'autres encore en suspens, c'est une nouvelle perception de la démocratie. La pluralité actuelle de notre société a conféré à la protection des minorités un tel poids qu'il en devient presque impossible d'appliquer les décisions majoritaires comme elles ont été prises. La démocratie semble ne plus représenter le pouvoir du peuple, le pouvoir de la majorité, mais les égards envers les minorités, des égards disproportionnés envers ces minorités. Certes, la démocratie vit de tels égards, mais se vide de tout contenu lorsque ce sont les minorités qui commencent à exercer le pouvoir.

3. Des ébauches de solution

Il n'est plus à démontrer que la construction est devenue une course d'obstacles. Il est temps que les intéressés et les professionnels de la construction analysent où sont les problèmes, afin de mieux cerner quelques solutions possibles. Voici donc, énumérées sans ordre précis, quelques propositions capables de conduire à une dédramatisation des problèmes.

3.1 *Ralentissement de la marée législative et «déréglementation»*

Le corollaire de la densité et de l'intensité croissante des règlements officiels restreignant la liberté de manœuvre de l'entrepreneur et le faisant ployer sous les charges est évidemment l'exigence d'un ralentissement de cette réglementation voire son élagage. Cela ne signifie pas qu'il faille renoncer à ce que l'Etat réglemente, cette intervention étant indispensable par suite de développements techniques et sociaux irréversibles. La «déréglementation» consiste d'une part à supprimer des règlements dépassés, d'autre part à réglementer de façon moins intensive, moins perfectionniste. Les procédures en autorisation de construire doivent être simplifiées. Les interventions politiques inutiles dans le domaine économique doivent être évitées et il convient de repousser les initiatives populaires de type interventionniste *(Ville et campagne, «Halte au béton», etc.)*. Cela ne signifie pas que l'on aille remonter le cours du temps pour en revenir au libéralisme intégral et au laisser-aller, ni que l'on en arrive à un vide juridique conduisant à un perpétuel recours au juge, ce qui ne stimulerait pas la liberté. Un Etat libre a aussi besoin de lois et d'ordre, ne serait-ce que pour la protection des faibles. Mais l'autre extrême, soit le «juridisme» à outrance de la construction et l'hypertrophie des ordonnances comporte tout autant d'inconvénients; conduits à leur dernière conséquence, ils aboutiraient inévitablement à une crise d'application plus favorable au fort qu'au faible. C'est une voie médiane que nous proposons.

Lorsque de nouvelles lois s'avèrent nécessaires, il convient qu'elles n'aient pas simplement pour but d'énoncer des objectifs, mais qu'elles constituent des instruments adaptés à la pratique. Avant qu'on applique une loi aux justiciables, il faut, comme pour tout autre produit qui doit faire la preuve de sa maturité et de son utilité, vérifier qu'elle soit applicable.

3.2 *Autodiscipline et sens des responsabilités*

Pour freiner l'élaboration de règlements par l'Etat et dissuader ce dernier de nouvelles interventions, chacun doit faire preuve d'un meilleur jugement et se comporter lui-même de façon responsable. Dans une époque où l'on prêche qu'il faut ménager les ressources et l'environnement ou économiser l'énergie, maître de l'ouvrage, architecte et ingénieur devraient eux-mêmes comprendre que seuls sont acceptables des ouvrages fonctionnels, répondant aux postulats actuels en matière d'énergie et d'environnement. L'ère est révolue des expérimentations exotiques, ne tenant aucun compte de la protection du paysage et de l'environnement. Qui ne réfléchit pas doit fléchir – devant l'Etat. L'autodiscipline implique également que l'industrie de la construction ne s'adresse pas à l'Etat pour qu'il l'aide lorsque surgit le premier problème difficile, alors qu'elle reproche à ce même Etat sa production pléthorique de lois.

3.3 *Souplesse*

Notre époque se caractérise par des mutations tant dans le domaine technique que social et par des exigences accrues dans le domaine de la construction. Cela demande plus de souplesse de la part du maître d'ouvrage, comme de celle de l'ingénieur et de l'entrepreneur: souplesse en ce qui concerne la capacité, la politique du personnel, les prix, la gestion de l'entreprise. Cette souplesse est d'autant plus nécessaire que règne l'incertitude.

3.4 *Meilleure formation*

La prolifération des normes ne saurait remplacer une bonne formation et des idées nouvelles. Au contraire, précisément pour maîtriser les conditions posées par un contexte de plus en plus complexe, il faut des ingénieurs et des architectes de meilleure qualité – tout comme des maîtres d'ouvrages mieux préparés à leurs responsabilités. La complexité des problèmes actuels ne demande pas seulement des spécialistes, mais aussi de bons généralistes.

Une meilleure formation dans les Ecoles polytechniques ou les Ecoles techniques supérieures ne profite pas seulement à l'industrie de la construction, puisqu'un tiers environ des diplômés des EPF arrivent dans l'administration, où ce seront eux qui veilleront à la gestion des ordonnances, des normes et des directives. Il est temps que les ingénieurs de la prati-

que et ceux de l'administration réapprennent à parler le même langage.

3.5 *Engagement politique*

Puisque la construction est devenue un sujet politique, les bâtisseurs doivent se mettre à la politique. Il est nécessaire que les ténors et les entrepreneurs du domaine de la construction sortent de leur réserve pour défendre publiquement leurs positions de façon crédible et pour documenter leurs convictions. Il est vrai qu'on trouve au Parlement plus d'ingénieurs civils ou agronomes que de mécaniciens ou d'électriciens. La présence de la construction doit toutefois être renforcée à tous les échelons. L'animosité témoignée aux activités de construction exige la participation des bâtisseurs à tous les grands débats intellectuels et politiques de notre temps. Les problèmes de la construction ne constituent qu'une facette de la problématique complexe de notre temps. Elle touche à des questions économiques, socio-politiques, au mode de vie, aux rapports du citoyen avec l'Etat, entre autres. L'économie énergétique, les transports, la science et l'industrie connaissent des problèmes analogues. Il n'y a pas *mon* problème, *ton* problème et *son* problème : il y a *nos* problèmes. C'est pourquoi les solutions doivent être cherchées en commun.

Adresse de l'auteur :
Michael Kohn, ing. civil SIA
Hohenklingenstrasse 10
8049 Zurich
Traduction : Jean-Pierre Weibel

Applications de l'énergie solaire en développement

par Paul Kesselring, Urdorf

Dans le domaine du transport et du stockage saisonnier de l'énergie solaire comme dans celui de la production solaire d'électricité, on assiste actuellement à des développements importants et prometteurs. Il faut toutefois se garder de susciter maintenant déjà des espoirs démesurés en un succès technique et économique à court terme, car cela pourrait conduire à un réveil brutal. Bien qu'un optimisme prudent soit tout à fait de mise, le succès n'est pas garanti.

1. Quelles sont les possibilités de stockage saisonnier de la chaleur ?

La Suisse consacre grosso modo la moitié de l'énergie qu'elle consomme au chauffage des locaux et à la préparation d'eau chaude. Comme ces applications ne demandent qu'une température de travail modérée, elles conviennent bien aux utilisations active et passive de l'énergie solaire. Mais il y a une difficulté : le soleil brille surtout en été, tandis que c'est en hiver qu'on a le plus besoin de chaleur. Il faudrait donc pouvoir stocker pendant plusieurs mois la chaleur d'origine solaire produite en été ; ce n'est pas une petite affaire ! On connaît les bouteilles thermos qui maintiennent le café chaud pendant quelques heures. Les chauffe-eau à accumulation retiennent la chaleur pendant 24 heures environ. Des réservoirs isolés tout à fait analogues sont utilisés couramment pour stocker l'énergie solaire pendant un à deux jours dans les installations de production d'eau chaude sanitaire.

Si l'on veut, au contraire, stocker de la chaleur pendant des mois (stockage saisonnier), le volume du réservoir doit être beaucoup plus grand pour que les pertes thermiques restent dans les limites acceptables. On étudie actuellement par le calcul et l'expérience ces gros accumulateurs thermiques de plusieurs milliers de m^3. Le matériau de stockage est en général de la *terre* ou *l'eau d'une nappe phréatique*. Bien entendu, cette dernière doit être presque ou même complètement immobile et l'eau qu'elle contient impropre à la consommation. On ne connaît pas encore le prix de la chaleur que délivreront de tels réservoirs. On sait seulement aujourd'hui que leur taille devra être très grande ; l'un d'eux devra être en mesure, par exemple, de couvrir à lui seul la consommation hivernale de chaleur de centaines de logements.

Mais il y a aussi d'autres moyens de résoudre le difficile problème du stockage saisonnier de l'énergie solaire. Sans aucun doute, la nature nous montre la voie la plus élégante :

Quand nous brûlons du bois, nous libérons l'énergie solaire que la photosynthèse a fixée. Malheureusement, le rendement de ce *processus photochimique de stockage* est bien faible : 0,1% en moyenne annuelle. On recherche actuellement des processus photochimiques artificiels plus favorables ; le stade des recherches fondamentales n'a cependant pas encore été dépassé.

Il existe une autre façon de parvenir au même but ; c'est le recours aux températures élevées. On peut obtenir 1000 degrés centigrades et même plus en concentrant la lumière solaire avec des miroirs, comme avec la loupe de notre enfance. A ces températures se produisent des réactions chimiques qui peuvent être utilisées pour le stockage d'énergie. Ainsi, par exemple, on est arrivé, par une chaîne de réactions, à dissocier l'eau en hydrogène et oxygène. L'hydrogène gazeux peut être stocké, puis utilisé comme combustible. L'étude de ces *processus solaires à haute température* en est aussi à ses débuts et le résultat des développements en cours est incertain.

L'électrochimie offre encore une troisième possibilité. Au moyen, par exemple, d'électricité solaire (voir ci-dessous), on peut dissocier électrolytiquement l'eau en hydrogène et oxygène. Actuellement, on étudie aussi dans plusieurs pays les aspects spécifiquement solaires de cette technique qui, bien sûr, n'est pas limitée à l'électricité d'origine solaire.

Donc :

- La photochimie et la chimie des hautes températures sont des applications plus sophistiquées de l'énergie solaire que la production de chaleur à basse température. Car, contrairement à cette dernière technique, elles tirent pleinement profit de la haute valeur de l'énergie solaire. A partir du rayonnement solaire, qui est de nature fugace, on obtient un combustible, par exemple de la biomasse ou de l'hydrogène, que l'on peut stocker aussi longtemps et transporter aussi loin que l'on veut. Ces processus permettent donc aussi, en principe, de transporter l'énergie solaire des tropiques vers les zones plus froides de notre globe.
- L'étude de ces applications avancées de l'énergie solaire n'en est encore qu'à ses débuts. Sans conteste, il s'agit ici de perspectives à long terme ; les possibilités sont immenses en principe et clairement reconnaissables. C'est l'avenir qui nous dira si les développements techniques peuvent conduire à des solutions pratiques et acceptabless du point de vue économique. En cas de succès, ces techniques pourraient supplanter le pétrole dans plusieurs des fonctions qu'il remplit aujourd'hui.

2. Le courant électrique d'origine solaire et son stockage

Le courant électrique est une autre forme d'énergie de haute valeur facile à transporter (mais difficile à stocker). Sa production à partir de l'énergie so-