

Les installations de récupération de chaleur  
à la centrale électrique de Tihange (près de Huy, Belgique)  
au service de l'horticulture et de la pisciculture \*

par L. ORBAN

Directeur Commercial à l'Intercommunale belge  
du gaz et de l'électricité (INTERCOM) (Liège)

*La note qui suit fait état des réalisations expérimentales et du passage à la production qui se sont faits dans le cadre des récupérations de chaleur à la centrale électrique de Tihange, à énergie nucléaire.*

*Cette idée de récupérer les basses calories a été étudiée depuis une décennie en Wallonie. Des avant-projets de zones agro-thermiques ont été dressés, à l'intervention de la Société de Développement Régional de Wallonie, pour Clabecq, Tertre, Châtelet, Ham-sur-Sambre, Tihange et Chertal, soit des sites sidérurgiques, chimiques et thermoélectriques.*

*A un moment où l'énergie calorifique est de plus en plus chère à la suite de la crise pétrolière de 1973 et du deuxième choc pétrolier de 1979, le gaspillage de chaleur devait être enrayé et devait être récupéré pour des productions horticoles et piscicoles en forcerie. La serre chaude, rare voire inexistante en Wallonie, pouvait ainsi être installée en annexe des installations industrielles ou électriques wallonnes et un espoir de développement économique de ce côté n'était pas négligeable. L'idée de base est d'utiliser les eaux tièdes disponibles après refroidissement des installations industrielles pour réchauffer les serres et, par la même occasion, refroidir encore ces eaux avant leur rejet dans les cours d'eau. Ces réalisations ne sont possibles qu'en accordant des intérêts au départ ignorants les uns des autres : industriels, électriciens, maraîchers, pisciculteurs.*

*Ainsi, par exemple, des terrains disponibles et l'intérêt des maraîchers encouragés par la Région wallonne avaient fait naître l'idée d'un zoning de serres maraîchères d'une dizaine d'hectares en relation avec l'installation sidérurgique Cockerill-Sambre à Chertal, avec des extensions possibles jusqu'à 20,*

---

\* Cet article est le texte de présentation de l'expérience de Tihange remis aux participants du Colloque International d'Aménagement Rural qui s'est tenu au Séminaire de Géographie de l'Université de Liège, du 4 au 11 septembre 1983, dans le cadre des activités de la Commission d'Aménagement Rural de l'Union Géographique Internationale.

*100 voire 200 ha, si ce n'était pas utopique. Un tel développement est souhaitable quand on sait que les maraîchers liégeois, devenus très peu nombreux, n'approvisionnent le marché de Liège qu'à concurrence de 5 0/0 des besoins en légumes traditionnels et à raison de 3 à 4 0/0 du chiffre d'affaires total de ce marché. Les maraîchers ne disposent plus que d'une cinquantaine d'hectares en tout pour leurs cultures. C'est l'avance de la ville qui a attaqué d'abord et fait disparaître ensuite l'auréole d'horticulture professionnelle.*

*La production pour la floriculture, qui est comptabilisée dans cette superficie, est infime en regard de ce qu'elle fut ici ou qu'elle est en région flamande (les fleurs sous serre représentent moins de 2 ha dans la province de Liège pour plus de 300 ha en Belgique). C'est cette floriculture qui a en partie retenu l'attention de Tihange. L'autre production est celle des poissons dont la croissance est accélérée par la chaleur de l'eau.*

*Ainsi, s'associent des activités primaires à l'industrie urbaine. La ville se déverse à la campagne depuis longtemps. Il était temps de faire renaître ou naître des productions végétales et animales à haute valeur ajoutée qui manquent tellement à la Wallonie et qui s'inscrivent dans le droit fil de l'auto-approvisionnement régional si souvent prôné, par exemple, par P. Mahu, Inspecteur général des Services Agricoles de la Province de Liège.*

*Des expériences, entrées dans la phase semi-industrielle, existent par exemple en Allemagne à Auweiler (Cologne) (3 ha), Riswick (3 ha), Gundremmingen (4,7 ha), Neurath (10,5 ha) et en France à Pierrelatte et Cadarache (5 ha). Tihange les rejoint.*

Ch. CHRISTIANS

## I. — PREAMBULE

La quantité de chaleur rejetée par les centrales électriques est importante : sur 100 unités d'énergie consommée, environ 40 sont converties en énergie électrique, les 60 autres étant dissipées dans le milieu et c'est là une chose inévitable, car il n'est pas possible de changer les lois de la thermodynamique.

Cette chaleur rejetée n'est toutefois pas utilisable dans des applications classiques (chauffage de locaux ou chauffage de l'eau p. ex.), car sa température est peu élevée : de 15 à 40°C pour les centrales à circuit ouvert (rejet dans un fleuve ou dans la mer), de 27 à 40°C pour les centrales à circuit fermé (rejet dans l'atmosphère par l'intermédiaire d'aéro-réfrigérants). De plus, les températures les plus basses se rencontrent pendant les périodes climatiquement les plus froides. Si l'on veut pouvoir profiter de la chaleur rejetée, il est donc nécessaire de rechercher de nouvelles utilisations.

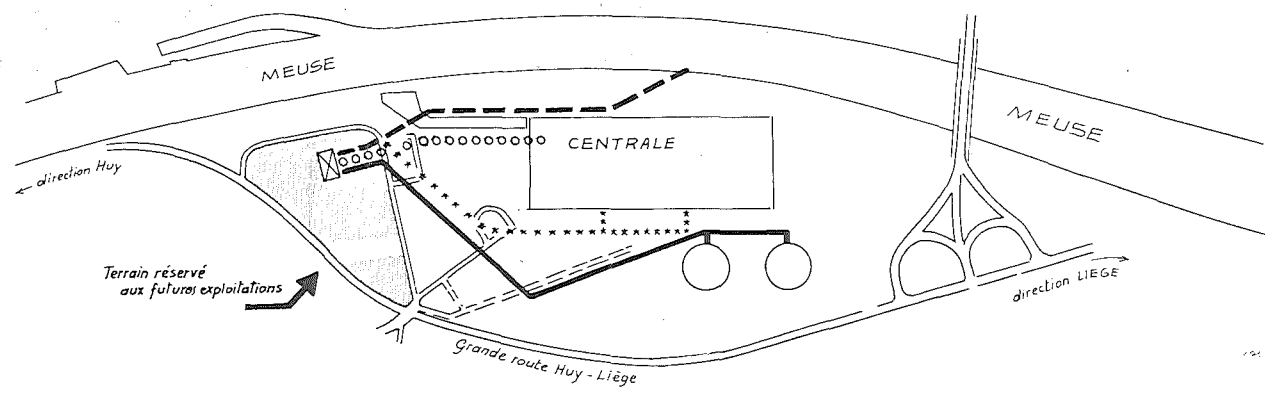
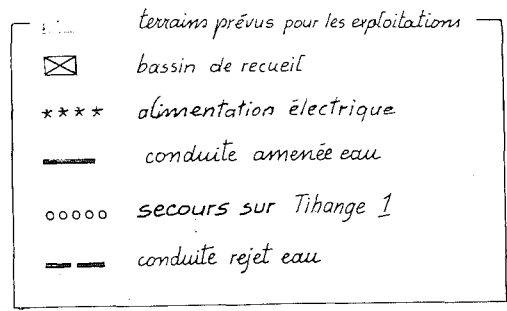


FIG. 1.

C'est après la crise pétrolière de 1973, c'est-à-dire en 1974/75, que, à différents endroits et dans différents pays, certains se sont intéressés à ces recherches. En ce qui concerne Tihange, c'est en 1975 qu'Intercom (Intercommunale belge du gaz et de l'électricité) a pris contact avec les milieux universitaires afin d'examiner ce problème.

## II.— COORDINATION DES RECHERCHES

A la suite d'entretiens avec l'Université de Liège (Institut de Botanique et Institut de Zoologie) et la Faculté Agronomique de Gembloux, il est apparu qu'un organe de rencontre, de discussion, de mise au point était nécessaire. C'est pour cela qu'a été créé le C.E.R.E.R. (Centre d'Etudes pour la Récupération des Energies Résiduelles) qui, en plus des représentants de l'Université de Liège et de la Faculté Agronomique de Gembloux, comprend des représentants du Ministère de l'Agriculture et d'Intercom.

Le C.E.R.E.R. est une simple association de fait, seulement un groupe de personnes de bonne volonté animées du désir et de la volonté d'aboutir. Ce manque de formalisme, avec la souplesse qui en découle, est probablement une des raisons de la réussite des expériences de Tihange.

Le premier travail du C.E.R.E.R. a été d'opérer une première sélection parmi les différentes possibilités de recherches et cela sur base de certains critères :

- 1) *la quantité de chaleur absorbée* (il est évident qu'une utilisation absorbant beaucoup de chaleur, et si possible tout au long de l'année, mérite une plus grande attention);
- 2) *la possibilité pour les utilisations de supporter les variations des caractéristiques de l'eau de centrale* (non seulement la température de l'eau de centrale varie en fonction de la température de la source froide, mais varie également la nature de cette eau, car, à son entrée à la centrale, elle subit certains traitements);
- 3) *les chances de viabilité économique des entreprises à créer* (la recherche est utile mais elle l'est plus encore si elle peut déboucher rapidement sur des activités économiquement valables);
- 4) *les prévisions des coûts de recherche et les connaissances déjà acquises* (nous ne partons pas dans un total inconnu, car dans certains domaines les chercheurs possédaient déjà pas mal de connaissances).

En fonction des réponses à ces différents critères, trois sujets de recherche ont été retenus au départ : *l'horticulture, la pisciculture, la culture d'algues*.

Sur ces recherches principales sont venues se greffer certaines recherches annexes telles que l'utilisation de la pompe à chaleur en horticulture, l'utilisa-

tion des algues comme nourriture pour le poisson, l'utilisation de l'énergie solaire en pisciculture, ainsi que des recherches faisant partie de travaux de fin d'études d'étudiants de l'Université de Liège et de la Faculté Agronomique de Gembloux. La coordination de toutes ces recherches a été assurée par le C.E.R.E.R.

La conduite des recherches a été confiée pour l'horticulture, à la Faculté Agronomique de Gembloux (professeur Debuissou assisté de M. Lemaître, ingénieur agronome), pour la pisciculture, à l'Institut de Zoologie de l'Université de Liège (professeur Ruwet assisté de M. Philippart, docteur en Sciences zoologiques), pour la culture d'algues, à l'Institut de Botanique de l'Université de Liège (professeur Sironval).

### III.— HORTICULTURE

Le forçage des plantes par chauffage sous abri pour une production en avant ou en arrière-saison ou pour une production de plantes demandant des conditions de température que notre pays ne peut donner, est un système dans lequel la Belgique bénéficie d'une très longue tradition.

La production horticole sous abri est très "énergivore" et, le coût des combustibles étant ce qu'il est, cette activité est vraiment menacée, d'une part par les pays où les combustibles sont moins coûteux, d'autre part par les pays à climat plus doux. Afin de fixer les idées, citons un chiffre : dans nos régions, pour maintenir une serre à 15° minimum, il faut compter sur une consommation de fuel de 50 à 60 litres par m<sup>2</sup> et par an. Il est donc intéressant d'examiner les possibilités de remplacement des combustibles fossiles par l'eau de centrale, c'est-à-dire de tenter de mettre au point les systèmes de dissipation de chaleur qui permettront, à partir d'eau à basse température (15 à 40°), de maintenir sous abri une température suffisante.

Une autre possibilité envisageable avec de l'énergie gratuite ou à très bas prix est la culture forcée en plein champ, chose impensable avec les énergies traditionnelles, car la dissipation de chaleur dans l'air est très importante. Des essais ont également été réalisés dans ce type de culture.

Pour le chauffage des serres, les essais ont montré que la solution la plus intéressante est une combinaison de tuyaux enterrés et d'aérothermes secs (c'est-à-dire le soufflage d'air sec). C'est cette combinaison qui respecte le mieux les objectifs à atteindre : efficacité aussi élevée que possible; minimum d'encombrement dans l'air (de façon à intercepter le moins de lumière possible); coûts d'investissement et d'entretien raisonnables; consommation d'énergie électrique d'un niveau acceptable.

En ce qui concerne la culture en plein champ, deux systèmes ont été retenus : les tuyaux enterrés et les gaines cylindriques déposées sur le sol avec, dans ce dernier cas, un abri léger en film plastique.

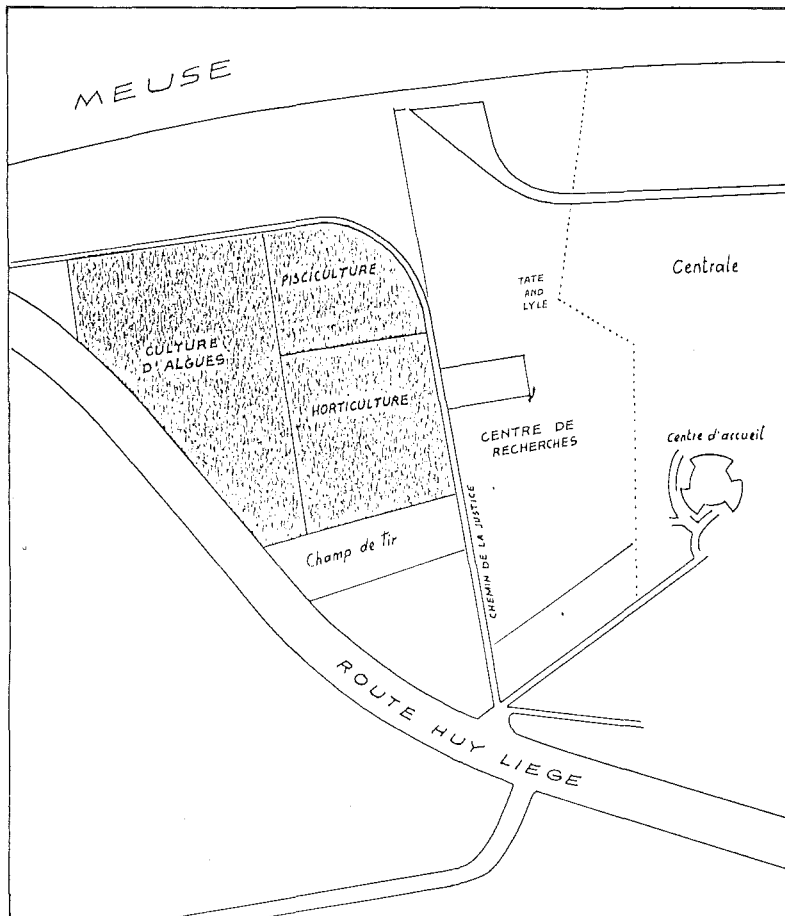


FIG. 2. — Centre de recherches (C.E.R.E.R.).  
Schéma d'implantation des nouveaux projets.

Des résultats positifs ont été obtenus : en serre (tomates, fraises hâtives, melons, laitues, poivrons, bouturage, croissance de certaines fleurs et plantes ornementales) et en plein champ (pommes de terre hâtives, ail, courgettes, tomates, haricots, fraises, production de plants de fraisiers).

Pour montrer les possibilités d'utilisation d'eau de centrale, nous pouvons citer l'exemple suivant : sous serre-abri, dont le chauffage est assuré par eau de centrale à 30°, il est possible de produire des fraises en avril; la même culture avec chauffage traditionnel aurait nécessité une consommation de fuel de 10 à 15 litres par kg de fraises produit.

#### IV. — PISCICULTURE

Notre monde est de plus en plus demandeur de protéines et surtout de protéines animales. Le poisson, comparé à d'autres animaux, est, par rapport à l'énergie consommée en nourriture, un producteur de protéines ayant un excellent rendement (20 fois celui du boeuf, 6 fois celui du porc, 2 à 3 fois celui du poulet). D'autre part, les ressources naturelles en poissons ont tendance à diminuer et la pêche mondiale est stagnante. Il est donc normal que la production de poissons intéresse les chercheurs.

La pisciculture en eau réchauffée peut être orientée vers deux types d'élevage : l'élevage de poissons indigènes; l'élevage de poissons tropicaux vivant dans des eaux naturellement chaudes.

Dans les eaux naturelles de notre pays, qu'il s'agisse des rivières ou des élevages en bassins, la période de bonne croissance des poissons indigènes est limitée à 3 à 4 mois par an, la température de l'eau étant pour la croissance un élément primordial. Dans les eaux réchauffées, il est possible d'obtenir une croissance continue. La vitesse de croissance est ainsi considérablement augmentée. De plus, une température d'eau plus élevée diminue très nettement la quantité de nourriture nécessaire, chose très importante, puisque la nourriture, dans un élevage intensif, représente jusqu'à 50 % du coût d'exploitation.

En ce qui concerne les poissons tropicaux, il en existe (tilapia, poisson-chat . . .) que l'on peut qualifier de poissons à " haut rendement ". Il était intéressant de vérifier si leur production en élevage intensif est possible et rentable.

Dans une première phase, il a été nécessaire d'évaluer la qualité piscicole de l'eau de deux façons :

- par des mesures physico-chimiques de l'eau de Meuse, tant en amont qu'en aval de la centrale,
- par des mesures effectuées sur les poissons de Meuse d'une part, sur les poissons d'élevage d'autre part.

Les conclusions de cette partie de la recherche sont très claires : 1) l'eau de rejet de la centrale permet la pisciculture dans de bonnes conditions; 2) dans les poissons d'élevage, on constate une teneur en radio-nuclides inférieure à celle des poissons de Meuse en amont ou en aval de la centrale (la concentration constatée dans les poissons de Meuse étant, de toute façon, bien inférieure aux normes légales); la concentration moindre, à taille égale, dans les poissons d'élevage peut s'expliquer par suite d'un séjour dans l'eau de plus courte durée, leur croissance étant plus rapide; 3) la teneur des poissons en métaux lourds (provenant de la Meuse) est très faible et nettement inférieure aux normes légales.

Par ailleurs, la production d'alevins, la sélection et l'amélioration des espèces ont pu être menées à bien de façon optimum. Il en a été de même pour la production.

Dans ce domaine, les chercheurs se sont principalement intéressés à la température optimale, à la densité de poissons (c'est-à-dire au nombre de poissons par unité de volume de bassin et par unité de débit d'eau) assurant la meilleure croissance, à la nourriture (nature, quantité, fréquence).

*La vitesse de croissance* a été nettement améliorée. Ainsi, pour produire des carpes de 1,5 kg, plus de deux ans sont nécessaires en eaux naturelles contre moins d'un an en eau de centrale. Dans nos régions, il faut normalement quatre ans pour produire une anguille de  $\pm 250$  g alors que moins de deux ans sont nécessaires en eau réchauffée.

*La production par unité de surface occupée* est également excellente (carpes en élevage intensif en étang naturel : 1,5 tonne/ha/an; carpes à Tihange : environ 1 500 tonnes/ha/an; tilapias à Tihange : plus de 3 000 tonnes/ha/an).

D'excellents résultats ont également été obtenus en production d'alevins avec les espèces suivantes : tilapia, goujon, ablette, certains poissons exotiques d'ornement et, tout dernièrement, le barbeau.

## V. — CULTURE D'ALGUES

Les algues, parce qu'elles sont des plantes simples, croissent très rapidement et, comme d'ailleurs pour beaucoup de plantes, leur croissance augmente avec la température du milieu. Cette augmentation de croissance est très forte : c'est ainsi que, pour certaines espèces, la croissance double si l'on augmente la température de 20 à 28°. Comme ces algues peuvent croître dans des eaux allant jusqu'à 40°, les eaux de centrale en circuit fermé leur conviennent parfaitement.

L'intérêt de la culture d'algues se situe à deux niveaux :

1) la quantité de biomasse produite : si, en plantes supérieures (maïs, par



exemple), on peut, dans nos régions, produire dix à quinze tonnes de biomasse sèche par an, pour les algues, cultivées en eau réchauffée, pour une même surface, on peut atteindre une production de cinquante à cent tonnes;

- 2) les produits que l'on peut en extraire : des protéines (jusqu'à 50 % pour certaines espèces), des colorants naturels utilisables en industrie alimentaire, certaines vitamines, des enzymes, des produits pharmaceutiques divers, de la chlorophylle.

Une algue particulièrement intéressante (algue scénédesmus) a été étudiée dans une installation créée à l'Institut de Botanique de l'Université de Liège. Sa technique de culture est bien au point. Comme il s'agit d'une algue microscopique, sa culture doit être effectuée en circuit fermé avec récolte par centrifugation. A Tihange, des algues filamenteuses ont été aussi cultivées. Ces cultures ont été effectuées en lagunes alimentées en eau de centrale.

#### VI.— UNE INSTALLATION PISCICOLE PILOTE

Devant les bons résultats obtenus par le C.E.R.E.R. en élevage de tilapias, une firme anglaise, Tate and Lyle, a décidé en 1980 de réaliser à Tihange un prototype de ferme piscicole. Les buts de cette installation étaient de tester, dans une installation réelle, les techniques mises au point par les chercheurs du C.E.R.E.R. et de vérifier si la production de masse ne posait pas de problèmes particuliers. L'objectif de production était de dix tonnes de tilapias par an : cet objectif a été atteint.

Il faut signaler que la vente du poisson produit s'est effectuée sans grande difficulté, pour une faible part à des particuliers ou à des restaurateurs de la région, mais surtout vers la France, par l'intermédiaire du marché de Rungis auquel, à partir d'octobre 1981, 300 à 400 kg par semaine étaient fournis.

#### VII.— DES EXPLOITATIONS COMMERCIALES

Depuis 1981, nous avons, à la suite des résultats déjà obtenus à ce moment, qu'il était possible d'envisager la création d'exploitations commerciales. Et c'est alors qu'ont commencé les recherches les plus difficiles : recherche d'opérateurs industriels capables de prendre la direction de nouvelles entreprises, recherche du financement, recherche d'aide de la part des pouvoirs publics. Finalement, ont été créées, en mai 1983, deux sociétés, l'une en horticulture, l'autre en pisciculture.

Les installations sont actuellement en cours de construction et la mise en

fonctionnement est prévue pour la fin de l'année 1983. Des installations d'amenée d'eau depuis les différentes unités de la centrale ainsi que des installations de rejet vers le fleuve sont en construction. Leur coût est d'environ 50 millions de francs. Il faut noter que si ces installations avaient été prévues au moment de la construction de la centrale, leur coût aurait été très nettement inférieur : c'est une chose dont il faudra, à l'avenir, tenir compte.

La serre a une surface de 1 ha. Cette surface déjà importante est nécessaire pour atteindre une rentabilité suffisante et pour représenter un niveau valable quant au problème d'introduction sur le marché.

La serre sera chauffée par une centaine d'aérothermes d'une puissance nominale individuelle de 22 kW (eau à 23°C, air à 15°C). Un débit maximum de 500 m<sup>3</sup>/h d'eau de centrale alimentera ces aérothermes. La serre est polyvalente de façon à permettre une variété suffisante dans les cultures.

L'investissement total est voisin de 40 millions de francs. Sont prévus une dizaine d'emplois permanents. Les actionnaires fondateurs de ces exploitations sont : une soixantaine d'horticulteurs de la région, la Société Régionale d'Investissement de Wallonie (société publique d'investissement) et Intercom.

L'exploitation piscicole est construite sur environ 1 ha et comprend un certain nombre de bassins permettant une production annuelle de 400 à 500 tonnes de poissons. Sont prévues : la production de poissons de consommation (poissons indigènes et poissons tropicaux), la production d'alevins (poissons indigènes et poissons tropicaux), la production de poissons d'ornement.

Le débit d'eau de centrale nécessaire est de 1 500 à 2 000 m<sup>3</sup>/h. Est également indispensable une alimentation en eau froide (500 à 1 000 m<sup>3</sup>/h) de façon à pouvoir ajuster la température de l'eau de centrale.

L'investissement total est de l'ordre de 20 millions de francs. Seront créés 6 ou 7 emplois permanents. Les actionnaires fondateurs sont la Société Gabriel qui exploite déjà des piscicultures en eau froide, la Société Tate and Lyle dont il a été fait mention ci-avant, la Société Régionale d'Investissement de Wallonie et Intercom.

Il faut remarquer que les chiffres d'emplois cités ci-avant se rapportent aux emplois directs. Les exploitations de Tihange entraîneront de plus la création d'activités supplémentaires en amont (p.ex. préparation de la nourriture pour le poisson ou la fabrication des emballages pour plantes) et en aval (p.ex. préparation du poisson avant consommation, transports plantes et poissons).

A l'avenir, les installations actuellement en construction pourront se développer soit sur le site en voie d'aménagement soit sur d'autres terrains situés à proximité de la centrale. Pour les algues, comme cela a été dit précédemment, de bons résultats ont été obtenus, mais certaines mises au point restent à faire avant de passer à la production industrielle, ce qui, à notre avis, serait fait d'ici à 1985.

*D'autres sites sont exploitables.* Il n'y a pas qu'à Tihange que des possibilités de récupération existent : c'est vrai également pour d'autres centrales et pour d'autres industries. Il faut signaler que, afin de permettre l'étude et la création d'autres exploitations, a été créée une société d'ingénierie qui, partant de l'expérience déjà acquise à Tihange peut étudier d'autres projets. Un certain nombre d'études sont en cours dont plusieurs à l'étranger.

Lorsque les installations d'amenée et de rejet d'eau seront utilisées à leur pleine capacité (environ 4 000 m<sup>3</sup>/h), la récupération de chaleur sera d'environ 100 millions de kWh par an. Il est évident que vis-à-vis de la totalité du rejet de la centrale de Tihange, cette chaleur récupérable est peu de chose (les 4 000 m<sup>3</sup> représentant environ 4 0/0 de la quantité d'eau rejetée par une seule des trois unités), mais il ne faut pas raisonner de cette façon : il faut comparer non pas avec ce qu'il est théoriquement possible de faire mais bien avec ce qui était fait précédemment, c'est-à-dire rien.

#### VIII.— CONCLUSIONS

En ce qui concerne Tihange, nous aurons donc des exploitations commerciales qui, dans le futur, ne pourront que se développer créant ainsi de nouvelles activités dans une région qui en a besoin. A noter en passant que Tihange pourra ainsi retrouver une horticulture qui y fut jadis florissante.

De plus, les installations de Tihange serviront de références pour la création d'activités semblables dans d'autres sites. Il faut toutefois que, pour être exploitable, un site réunisse certaines conditions : surface importante pour l'agriculture et la culture d'algues; terrains adéquats : nature du sol pour l'horticulture de plein champ; pente relativement faible pour la culture d'algues et la construction de serres; pollution atmosphérique ne pouvant dépasser un certain seuil pour l'horticulture sous abri (salissement des serres), d'où un avantage certain pour les centrales nucléaires; bonne qualité de l'eau fournie (pisciculture et algues); possibilité d'alimentation en eau froide permettant à la pisciculture d'ajuster la température de l'eau; garantie d'une continuité de fourniture d'eau réchauffée.

---

