

LE ROLE DE L'I.S.T.P.M. DANS LE CHOIX DES CENTRALES NUCLEAIRES

par Georges KURC

— L'une des vocations de l'Institut scientifique et technique des Pêches maritimes étant d'être le conseiller du ministère chargé des Pêches maritimes et celui des professionnels, il apparaît avec évidence qu'il doit jouer un rôle important lorsqu'il est question d'implanter sur les rivages marins des centrales thermiques dont la puissance nécessite de grandes quantités d'eau qui, en refroidissant la périphérie des réacteurs, se réchauffent de plusieurs degrés avant de retourner à la mer. —

Un tel circuit va donc modifier, plus ou moins profondément, les conditions de milieu d'un secteur marin côtier dont l'étendue sera, pour une grande part, fonction de la profondeur au lieu du rejet et surtout de la puissance des courants locaux. Cette modification écologique locale peut être négligeable mais, si elle aboutit à écarter une espèce importante sur le plan commercial, à supprimer une frayère ou une nurserie, elle peut constituer une nuisance réelle. A cette nuisance, s'ajoute la pollution, dont il faut préciser l'importance, par des rejets chimiques éventuels et notamment du chlore utilisé pour éviter que certains organismes, comme les naissains de moules, ne se fixent dans les tuyauteries qu'ils finiraient par obturer.

D'autre part, le plancton transite avec l'eau de mer aspirée par la centrale ; il subit des chocs mécaniques et surtout un choc thermique important, la température de l'eau de mer pouvant être élevée brusquement de 10 à 15° C au voisinage du réacteur. Ces organismes du plancton vont-ils être détruits en totalité, ou dans une certaine proportion qui doit être précisée ?

Enfin, ne doit-on observer que les effets négatifs qui risquent de se produire ? N'y a-t-il aucune possibilité d'utiliser à certaines fins, par exemple cultures marines d'espèces intertropicales, les eaux réchauffées par une centrale ?

Toutes ces questions, toutes ces hypothèses qui conduisent à des conclusions positives ou négatives montrent d'ores et déjà la complexité des problèmes que pose l'implantation d'une centrale thermique électronucléaire en bord de mer et explique la multiplicité des questions que la population se pose, et pose aux Pouvoirs publics.

Il appartient donc aux ingénieurs et aux chercheurs d'y répondre avec précision et objectivité. C'est pourquoi l'I.S.T.P.M., mais pas lui seul, a le devoir d'étudier tous les aspects qui relèvent de sa compétence et d'informer l'Administration et les Professionnels pêcheurs et conchyliculteurs de ses recherches et observations. Il lui appartient aussi, bien évidemment, de fournir à l'E.D.F. les résultats et conclusions de ses travaux. De plus, à partir des études déjà réalisées, l'I.S.T.P.M. a tenté de préciser des critères susceptibles de hiérarchiser un site par rapport à d'autres sites de façon à permettre le choix le moins dommageable du point de vue halieutique.

Qui étudie les effets des centrales sur le milieu marin ?

On vient de le voir, la construction d'une centrale intéresse la population à plusieurs titres, tant sur le plan terrestre que maritime et, dans ce dernier domaine, la pêche n'est pas seule intéressée. C'est pourquoi l'I.S.T.P.M. ne travaille pas seul.

C'est ainsi que diverses équipes de chercheurs travaillent actuellement soit au laboratoire, soit « sur le terrain ». Il s'agit essentiellement de chercheurs appartenant au Centre océanologique de Bretagne (C.O.B.) ou à des laboratoires universitaires côtiers implantés à proximité de certains sites, sous-traitants du Centre national pour l'Exploitation des océans (C.N.E.X.O.).

Les recherches effectuées par ces différents organismes portent surtout sur l'écologie marine, la faune et la flore qui constituent le « benthos », les variables hydrologiques et le plancton animal et végétal.

Des relations étroites sont entretenues entre ces équipes de recherche et celles de l'I.S.T.P.M. dont, répétons-le, les travaux portent essentiellement sur les aspects halieutiques qui sont définis plus loin. Ces relations consistent à définir les champs d'action respectifs, à coordonner les travaux de telle sorte qu'ils soient complémentaires, à adopter, dans toute la mesure du possible, des trames d'observations spatio-temporelles identiques, à éviter que plusieurs organismes procèdent aux mêmes observations ou mesures sauf lorsque cette procédure se révèle utile.

En tout état de cause, pour permettre une synthèse finale des recherches multidisciplinaires ainsi menées, il est nécessaire que l'ensemble des données récoltées puisse être stocké dans une unique banque de données. C'est le cas, notamment, pour les données hydrologiques et planctoniques qui sont déjà communiquées au Bureau national des données océanologiques (B.N.D.O.). Ce sera aussi le cas, au moment où cet article paraîtra, pour les données halieutiques des sites E.D.F. pour lesquelles un groupe de travail I.S.T.P.M./C.N.E.X.O./B.N.D.O. a été constitué afin de préciser la méthodologie du codage de ces données qui s'intègrent, elles aussi, au fonds commun.

Précisons maintenant les actions propres à l'I.S.T.P.M. sur les sites potentiels de construction de centrales.

Action de l'I.S.T.P.M.

Dès qu'une politique de construction de centrales thermiques nucléaires sur le littoral français a été préconisée par le Gouvernement, et avant même que des études sur leurs effets aient été demandées à l'I.S.T.P.M., nous nous sommes efforcés de faire un premier bilan des observations effectuées à l'étranger, notamment aux U.S.A., au Japon et en Grande-Bretagne où plusieurs centrales fonctionnaient déjà. Il ressortait, de la compilation à laquelle nous nous étions déjà livrés, que les principales conséquences de ces installations sur le milieu marin pouvaient être les suivantes :

une élévation de la température de l'eau de mer au voisinage du canal de rejet accompagnée de la formation d'une « tache » d'eau plus chaude que celle du milieu naturel ;

des effets mécaniques et de pression sur le plancton et les petits organismes tels que les œufs et larves de poissons, crustacés ou mollusques entraînés dans le circuit de refroidissement, ainsi que des « chocs thermiques » subis par ces mêmes organismes, la température de l'eau qu'ils peuplent étant notablement élevée dans ce circuit ;

des dommages causés aux animaux de plus grandes tailles qui restent bloqués contre les grilles de protection des circuits de refroidissement ;

des chocs causés à la faune et à la flore marines par suite des traitements anti-salissures (notamment par injection de chlore) pour éviter la fixation de certains organismes risquant d'obstruer les circuits d'aspiration d'eau ;

une diminution probable du taux d'oxygène dissous dans l'eau rejetée à la mer après transit dans le circuit de refroidissement ;

selon l'hydrologie et la topographie du site, des effets locaux sur les courants et notamment une stratification des eaux produite par la différence de densité des eaux réchauffées ;

une possibilité d'augmentation locale de la radioactivité de l'eau de mer et des organismes marins ;

un phénomène de synergie correspondant à l'action combinée de ces différents effets.

Cette compilation avait fait l'objet, dès le mois de mars 1974, d'une note de l'I.S.T.P.M. largement diffusée dans le public et en particulier auprès des professionnels de la pêche maritime et de la conchyliculture.

On ne reprendra pas ici le développement des explications que l'on pouvait donner, à cette époque, des huit facteurs précités. Rappelons seulement ce qu'on savait sur la question de l'augmentation éventuelle de la radioactivité, sujet qui, précisons-le, ne relève pas de la compétence de l'I.S.T.P.M. Des expériences faites aux Etats-Unis sur l'huître *Crassostrea virginica* montraient qu'en dépit des facultés d'accumulation de ce mollusque filtreur, élevé à proximité immédiate du canal de rejet d'une centrale nucléaire, la radioactivité restait négligeable.

Ce résultat n'a pas été contredit depuis lors, bien que divers élevages de mollusques aient été réalisés dans les mêmes conditions, en particulier en Grande-Bretagne.

Les autres conclusions que nous pouvions tirer de cette étude bibliographique étaient les suivantes.

« L'implantation de centrales thermiques d'une puissance inférieure à 2 000 mégawatts dans des régions tempérées froides et dans des secteurs où les courants sont suffisamment intenses n'a pas de grave conséquence sur la faune et la flore marines, les inconvénients étant compensés par des avantages.

Dans le cas de centrales plus puissantes, il est indispensable de prendre certaines précautions, notamment d'effectuer un pompage lent pour éviter la précipitation des poissons sur les grilles, de faire en sorte que le circuit de refroidissement soit très court afin de réduire la destruction du plancton et d'éviter l'emploi de produits toxiques.

En revanche, des conséquences plus graves sont à craindre :

dans des zones fermées, semi-fermées, à courants faibles (bassins ostréicoles de l'Atlantique, Méditerranée en général) ;

dans les régions où la température de l'eau peut atteindre normalement un niveau élevé (Méditerranée en été, régions tropicales) ;

à proximité des zones de ponte ou de séjour des jeunes poissons appartenant à des espèces à affinité septentrionale.

De plus, il faut préciser que si dans le cas d'une seule centrale dont le site a été bien choisi l'incidence sur la faune est peu importante, il n'en serait pas de même si le nombre de ces centrales était multiplié dans la même zone.

Enfin, compte tenu des possibilités d'adaptation de certaines espèces, il est nécessaire d'effectuer des expériences concernant l'influence de la température en tenant compte des caractéristiques naturelles de chaque région, non seulement en température, mais en salinité et en oxygène, l'influence de ces facteurs étant liée. Il en est ainsi notamment pour les mollusques.

Aussi, en attendant que ces expériences soient faites, il convient d'éviter d'implanter des centrales nucléaires dans les zones conchylicoles des côtes françaises de l'Atlantique et de la Méditerranée.

En revanche, l'implantation de centrales peut faciliter la création, dans de nouvelles zones, d'élevages nouveaux de mollusques (ormeaux), de crustacés (crevettes) ou de poissons originaires des régions tempérées chaudes ou tropicales ».

Bien que préalables à toute étude menée par nous, ces conclusions restent valables mais elles demandent à être précisées. C'est ainsi que l'idée du pompage lent que nous pensions bonne n'est pas forcément la meilleure. Nous y reviendrons. Quoi qu'il en soit, les études menées çà et là dans le monde ne permettraient pas d'en tirer un enseignement général qui puisse être extrapolé à tous les sites, très diversifiés sur les côtes de France et pour lesquels des centrales de puissances très supérieures à celles des autres pays étaient envisagées. Des études ponctuelles sur les différents sites possibles ainsi que des expériences de laboratoires s'avéraient donc indispensables.

A cet effet, une première convention fut passée avec E.D.F. en septembre 1974 aux termes de laquelle « l'I.S.T.P.M. apporte, à la demande d'E.D.F., son conseil et entreprend des études dans le but de déterminer l'incidence sur les ressources naturelles intéressant la pêche et les cultures marines de l'implantation, le long du littoral français, de centrales thermiques nucléaires ».

Cette convention précise en outre que l'intervention de l'I.S.T.P.M. consiste à :

- a) donner un avis général sur le choix des sites envisagés par E.D.F. ;
- b) réaliser, au niveau de l'avant-projet établi par E.D.F., une ou des études particulières destinées à répondre d'une manière précise aux questions que pourrait poser l'implantation d'une centrale dans le lieu envisagé ;
- c) le choix définitif du lieu d'implantation étant déterminé par E.D.F., mener à bien une ou plusieurs études destinées à faire état de la situation des ressources halieutiques dans le secteur marin concerné avant la mise en service de la centrale ;
- d) éventuellement, après mise en service, exercer une surveillance écologique de ces ressources et donner un avis sur les effets de cette mise en service.

Une nouvelle convention, qui a pris effet le 1^{er} janvier 1977, reprend ces termes. Elle diffère de la première par le fait qu'elle engage E.D.F. et l'I.S.T.P.M. pour une durée de cinq années, reconductible si nécessaire, à poursuivre partout où il le faudra les études portant sur les effets des centrales thermo-nucléaires. Cet engagement a pour principal avantage d'assurer la continuité des travaux réalisés par des chercheurs et techniciens recrutés à cette fin et dont il eût été socialement et intellectuellement regrettable de se séparer après une courte période alors que d'une part il s'agit d'un programme auquel le Gouvernement attache beaucoup d'importance et que d'autre part la qualification et la compétence de ces personnels augmentent en fonction directe de l'expérience qu'ils acquièrent et améliorent au fur et à mesure du déroulement de leurs recherches.

Voyons maintenant les différents programmes menés par l'I.S.T.P.M.

I - Etude d'avant-projet de site.

Parmi les nombreux sites envisagés par E.D.F. en vue de la construction éventuelle de centrales thermiques nucléaires en bord de mer, certains d'entre eux seront définitivement retenus, d'autres seront écartés. L'un des critères qui détermineront le choix de tel ou tel site consiste en l'activité halieutique du secteur que des rejets d'eau réchauffée seraient susceptibles de perturber.

C'est le rôle de l'I.S.T.P.M. de fournir au Ministère chargé des pêches maritimes et des cultures marines des éléments d'appréciations, d'informer les professionnels et de donner à E.D.F. un avis sur l'opportunité de retenir ou de rejeter un site en lui fournissant un dossier explicitant cet avis.

Cette étude préliminaire, dite d'avant-projet, va durer selon les cas entre six mois et un an. Elle portera sur les ressources halieutiques, c'est-à-dire sur toutes les ressources vivantes du milieu marin faisant l'objet d'une exploitation directe ou indirecte par l'homme.

L'étude concerne donc :

- la pêche artisanale côtière et la pêche à pied ;
 - le plancton composé soit d'organismes dont se nourrissent les poissons, soit d'œufs et larves de poissons, crustacés et mollusques ;
 - la conchyliculture ;
 - l'exploitation des algues.
- Ce travail comporte plusieurs phases qui sont les suivantes.

1. *Bilan des connaissances acquises.*

L'Institut des Pêches maritimes a pu accumuler au cours des ans des données qui n'ont pas toutes été exploitées complètement et qui peuvent concerner des sites envisagés par E.D.F. ou leur voisinage. Par ailleurs, des publications apportant des précisions sur les caractéristiques halieutiques et conchylicoles peuvent exister à la bibliothèque de l'I.S.T.P.M. ou dans les laboratoires universitaires. Ces documents sont analysés et une synthèse en est faite afin de préciser autant que faire se peut :

- la nature et la distribution des ressources ;
- le comportement des principales espèces (migrations, alimentation, reproduction) ;
- les zones d'intérêt biologique particulier telles que frayères et nurseries, champs d'algues exploitables, populations de poissons ou de crustacés d'intérêt commercial, etc. ;
- les modalités d'exploitation, en précisant la technologie des pêches, les réglementations appliquées, les statistiques de production et d'effort de pêche et leur évolution récente.

2. *Enquête socio-économique.*

Une enquête à terre est destinée notamment à faire l'inventaire des exploitations maritimes existantes ou potentielles et à préciser l'importance économique des diverses activités halieutiques.

Cette enquête est menée dans les différents ports, les plus voisins des sites étudiés, auprès des organisations professionnelles et des administrations, en particulier des Affaires maritimes.

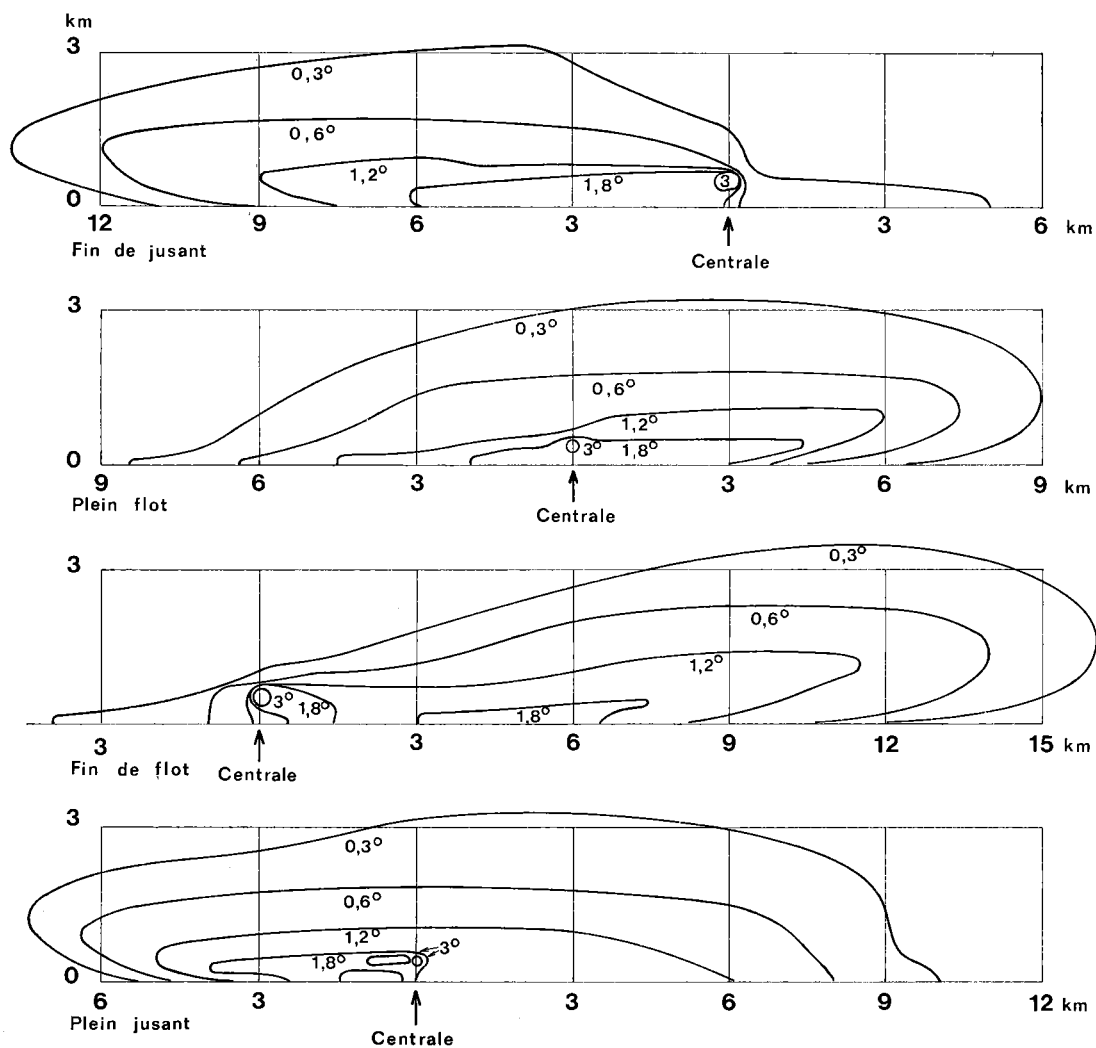
Elle concerne les aspects statistiques et socio-économiques attachés aux activités de production directes telles que la pêche en mer, la pêche à pied, la conchyliculture, l'exploitation des algues et les activités indirectes liées à la pêche et aux cultures marines comme les usines de traitement des produits de la mer, les circuits de distribution et de conditionnement, les chantiers de réparation et de constructions navales.

Au stade de l'étude d'avant-projet, l'I.S.T.P.M. tente de préciser la part de ces activités dans le périmètre côtier qui devrait subir l'influence thermique de la centrale envisagée. Ce type d'enquête est étendu sur un secteur moins restreint au niveau ultérieur de l'étude dite de projet.

3. *Etude en mer.*

La synthèse des connaissances ayant pu être acquise pour un secteur donné, l'enquête socio-économique consécutive doit nécessairement s'accompagner d'observations faites en mer au voisinage du site et plus précisément dans la zone côtière qui devrait subir les influences thermiques. Cette zone nous est précisée par E.D.F. et plus particulièrement par le laboratoire national d'Hydraulique qui procède à l'étude de la « tache thermique » en fonction de nombreux paramètres comme les courants, les vents, la topographie du lieu, etc.

Les sorties en mer sont, dans toute la mesure du possible, réalisées à bord de navires professionnels de pêche qui utilisent leurs engins habituels. Cette façon de procéder a pour double avantage d'associer les professionnels à nos travaux — auxquels, compte tenu du contexte émotionnel qui entoure le plus souvent les projets de construction de centrales nucléaires, il convient de ne donner aucun caractère confidentiel — et de nous permettre de travailler dans des conditions de pêche normales, conditions qui pourraient parfois être contestées si nos observations étaient réalisées à bord de nos navires de recherches.



Tache thermique établie sur modèle mathématique par le Laboratoire national d'Hydraulique

Il est évident, pour l'écologiste, qu'une étude complète devrait durer, pour le moins, le temps d'un cycle biologique complet. Toutefois, une étude de quelques mois permet déjà d'obtenir une « photographie » d'un certain nombre de données sur :

- la nature et la quantité des espèces d'intérêt commercial au moment de l'étude ;
- la nourriture de ces espèces (provenant pour la plus grande part des organismes benthiques) par étude de leurs contenus stomacaux ;

la nature et la quantité du plancton au moment de l'étude ;

les principales caractéristiques hydrologiques à ce même moment.

A la lumière des études ainsi réalisées, l'I.S.T.P.M. sera en mesure d'évaluer l'impact thermique de la centrale sur les ressources et l'économie halieutique. En fonction de ces éléments, l'I.S.T.P.M. formulera un avis sur l'opportunité de retenir, de rejeter ou de déplacer chaque site considéré.

II - Etude de projet.

L'étude d'avant-projet terminée peut donner lieu à trois types d'avis qui seront, selon le cas « non défavorable », « réservé » ou « défavorable ». Nous verrons plus loin comment ces avis peuvent être modulés en fonction des différents critères.

Mais le lecteur s'interrogera peut-être sur le terme « non défavorable », qui peut lui paraître relever de la casuistique. Il s'explique par l'éthique de l'écologiste qui ne peut pas être délibérément favorable à une modification du milieu par l'homme, modification qui risque d'avoir une influence plus ou moins grande sur le milieu naturel et qui ne semble pas, à priori, devoir être bénéfique. L'objectivité du chercheur peut cependant le conduire à constater que ces modifications, dans certains cas précis, ne paraissent pas devoir être dommageables aux intérêts des pêcheurs et conchyliculteurs qui attendent de sa part une prise de position impartiale. C'est pourquoi, sans aller jusqu'à préconiser, en donnant un avis favorable, l'installation d'une centrale ou de toute autre industrie qui modifiera le milieu, il peut ne pas s'y opposer en donnant un avis « non défavorable ».

Quoi qu'il en soit, et après arbitrage des différents avis motivés (dont celui de l'I.S.T.P.M.) donnés par tous les organismes concernés par la construction d'une centrale nucléaire, l'étude d'avant-projet doit être terminée sept ans avant le commencement des travaux de construction.

Si le site est écarté... on n'en parle plus. Si, au contraire, il est retenu, une étude de projet devra débuter. Elle durera deux ans et aura pour objet de préciser toutes les données dont l'acquisition a commencé au cours de l'étude d'avant-projet en « focalisant » nos recherches, si besoin est, sur des aspects particuliers entrevus précédemment.

On peut dire que si l'étude d'avant-projet est une « photographie » d'une situation à un moment particulier, l'étude de projet est un « film » qui permet d'intégrer les variations hydrologiques et biologiques naturelles pouvant apparaître au cours de deux cycles.

C'est à l'issue de ce travail que peut alors commencer, si rien d'important ne s'y oppose, la construction prévue.

Précisons encore que des études dites de « suivi écologique » se poursuivent pendant la période de construction, qui doit durer plusieurs années, et après la mise en service de la centrale.

On sera ainsi en mesure de constater réellement les effets des rejets d'eau réchauffée sur la faune et la flore marines et, par conséquent, sur les activités halieutiques.

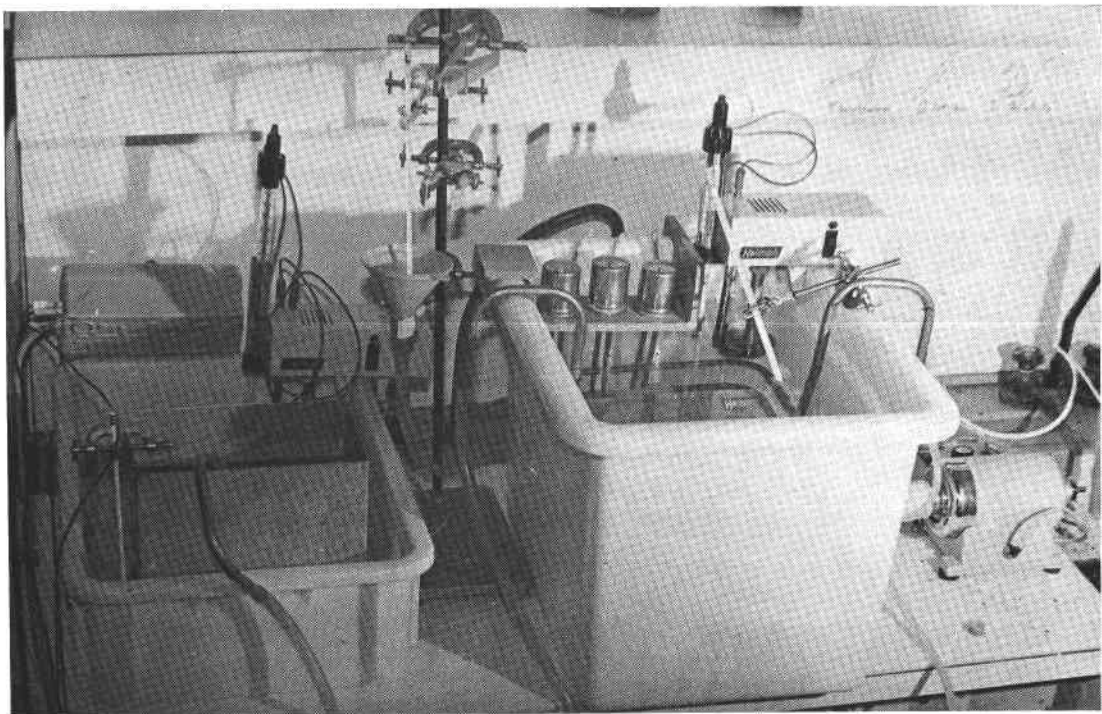
III - Etudes expérimentales.

Nous avons décrit les études réalisées sur le « terrain » dont il convient de faire l'inventaire des ressources halieutiques. Ces travaux ne permettent cependant pas de mesurer les effets réels des centrales dans la mesure où l'on ne sait pas toujours si les rejets de ces centrales affecteront de façon positive ou négative le milieu marin. C'est pourquoi des études plus générales, destinées à mesurer ces effets sur la vie marine sont nécessaires.

Plusieurs pays ont déjà réalisé certaines de ces études portant sur l'une des principales stimulations induites par les centrales ou sur l'ensemble d'entre elles, à savoir :

- les chocs thermiques subis par les organismes transitant dans un circuit de réfrigération ;
- les chocs mécaniques dus à la circulation de l'eau dans ce circuit ;
- la présence de biocide (chlore) destiné à éviter le colmatage des circuits par des organismes tels que les moules.

Ces différents stimuli peuvent modifier immédiatement ou à plus long terme le comportement de ces organismes et leur physiologie ; ils peuvent les tuer ou les choquer plus ou moins gravement. Mais des eaux relativement réchauffées peuvent éventuellement attirer certaines espèces ou être utilisées pour des élevages qui n'auraient pas pu être réalisés dans un milieu de température moins élevée.



Bacs et serpentin du module expérimental reproduisant en sept secondes les élévations thermiques étudiées (photo MAGGI-LASSUS)

Si les enseignements tirés des travaux déjà réalisés sont intéressants, ils n'apportent pas toutes les réponses dont nous avons besoin, et ce qui est plus grave, ils sont parfois contradictoires. C'est pourquoi E.D.F. a demandé à plusieurs organismes de recherches d'entreprendre des études bien précises et complémentaires. Ces études sont menées par divers laboratoires : l'institut Pasteur de Lille, le C.N.E.X.O., la station de Biologie marine et lagunaire de Sète, la station marine d'Endoume (qui travaille sur les eaux de rejets de la centrale thermique de Martigues-Ponteau) et l'I.S.T.P.M. dont trois laboratoires situés à Sète, Nantes et l'île d'Yeu poursuivent des études à différentes échelles.

Les travaux de l'I.S.T.P.M. portent essentiellement sur les effets des chocs thermiques, de la chloration, de la synergie des rejets avec certains polluants (métaux lourds), ainsi que sur l'adaptabilité de certaines espèces à des variations cycliques de température dans le champ des rejets.

Les espèces étudiées appartiennent d'une part au plancton, phytoplancton (diatomées et chlorophycées) et ichthyoplancton (œufs et larves de poissons pêchés en Méditerranée et rapportés vivants au laboratoire), ainsi qu'aux crustacés et mollusques (araignées de mer, crevettes bouquet, crevettes grises, homards, coquilles Saint-Jacques, huîtres).



*Relevés de température de l'eau à bord de la « Thalassa » (en haut).
Le plancton recueilli dans un collecteur fixé à l'arrière du filet
« bongo » est placé en bocaux en vue de l'étude au laboratoire
(en bas).*

Les principaux paramètres étudiés sont la mortalité induite, la vitesse et les modifications éventuelles de la croissance, la variation de la maturation sexuelle et de la ponte, le comportement trophique. L'ensemble de ces travaux, commencés depuis relativement peu de temps, devrait permettre de tirer un enseignement applicable à la plupart des sites envisagés au long des côtes françaises.

Les sites étudiés par l'I.S.T.P.M.

Il est bon de faire le point des études déjà réalisées et d'indiquer les résultats les plus marquants obtenus à ce jour.

1. *Etude de projets.*

a) *Faune planctonique de Paluel et Gravelines.*

Débuté en 1975, ce programme a pour but principal l'étude quantitative du zooplancton à potentialité halieutique (surtout les œufs et larves de poissons) et à rôle trophique. Ces prélèvements se poursuivront jusqu'en mai 1977 et un rapport définitif sur ces deux sites sera remis vers la fin de l'année. Ce rapport fera particulièrement état :



*À bord d'un navire océanographique, le filet « bongo » destiné à récolter le plancton
(photo I.S.T.P.M.-LASSUS)*

- des fluctuations saisonnières des effectifs des populations ;
- du rôle des espèces au sein de l'écosystème étudié ;
- des cycles de reproduction ;
- des taux de croissances des larves de poissons ;
- de l'influence des facteurs de l'environnement physique ;
- de la sensibilité des systèmes biologiques au facteur thermique.

b) *Pêcheries et nurseries de poissons de Paluel et Gravelines.*

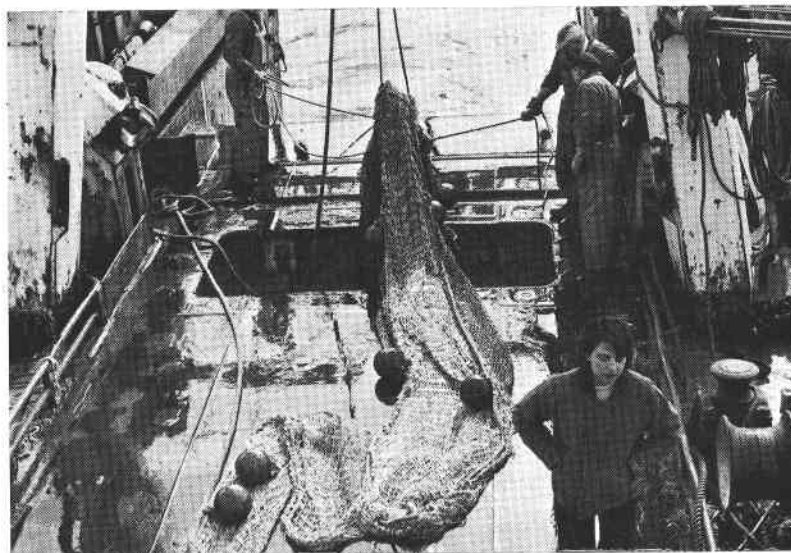
Ce programme, comportant surtout des pêches, est en cours de réalisation depuis 1975 et

se terminera en même temps que l'étude planctonique des mêmes sites. Il est principalement réalisé à bord des navires de pêche professionnels des ports les plus voisins.

Parallèlement à ces observations planctologiques et halieutiques, deux campagnes ont été réalisées en janvier 1975 à bord de la « Thalassa » et en mars 1976 avec la « Thalassa » et le « Roselys » afin d'obtenir des données complémentaires plus générales sur l'ensemble des sites potentiels localisés entre le Havre et Dunkerque. Ces données sont actuellement en cours de traitement.

Les premiers résultats indiquent que le secteur de Gravelines présente une certaine importance halieutique, notamment en raison de la présence d'une nurserie de poissons plats (plie, sole, limande) dans la zone littorale qui sera affectée par les rejets d'eau chaude.

En ce qui concerne le site de Paluel, il semble moins intéressant pour la pêche, sauf en ce qui concerne l'action des eaux réchauffées sur la migration des harengs et sur la présence de homards.



*Chalutage à bord de la « Thalassa » à proximité d'un site de centrale.
La poche du chalut est vidée dans la salle de tri.*

c) Site de Port-la-Nouvelle.

On ne mentionnera ce site méditerranéen que pour mémoire, E.D.F. ayant abandonné ce projet. Notons cependant que l'étude commencée par l'I.S.T.P.M. montrait que ce secteur présente de l'intérêt pour la pêche locale.

2. Etude d'avant-projets.

Plusieurs études ont été réalisées en haute et basse Normandie. Elles concernent les secteurs suivants :

Dieppe-est (Fond de Penly)	Le Bessin (Englesqueville)
Fécamp-ouest (Fond d'Etigue)	Flamanville

Pour ce qui est de Penly et Etigue, l'étude d'avant-projet est terminée et les rapports sont en cours de rédaction.

Ce travail laisse apparaître une certaine importance des activités halieutiques dans la région de Dieppe, une importance moindre dans celle de Fécamp.



*A bord d'un petit chalutier artisanal,
mensuration des espèces pêchées sur un site potentiel de centrale.*

L'étude du secteur d'Englesqueville, également terminée, met en évidence la production conchylicole de la région ainsi que la présence de nurseries de poissons plats.

Pour Flamanville, une étude de six mois seulement a été réalisée. Elle n'a fait ressortir aucune activité susceptible d'être mise en danger par les rejets d'une centrale. Toutefois, une étude de projet de ce secteur vient de débiter ; elle durera deux ans et permettra de préciser nos premières observations.

Plusieurs sites de Bretagne et de Vendée ont également été prévus. Ce sont :

dans le Finistère :	Beg an Fry
	Ploumoguier
	Plogoff
	Saint-Vio
dans le Morbihan :	Erdeven
en Loire-Atlantique :	Corsept
en Vendée :	Brétignolles
	St-Martin-de-Brem

Les sites de Beg an Fry et d'Erdeven semblent, au moins pour le moment, écartés en raison de la richesse biologique du premier (étudié sur le plan de l'écologie générale et du benthos par le C.N.E.X.O./C.O.B. et par la station de Biologie marine de Roscoff) et de la présence d'établissements conchylicoles ainsi que d'une mauvaise dispersion des eaux près du second.

Par ailleurs, le site de Corsept a été abandonné par E.D.F. à la suite d'une étude géologique montrant que le support d'une centrale y serait mal assuré. Un site de remplacement en Loire, au Pellerin, non loin de Nantes, a été prévu par E.D.F., mais l'I.S.T.P.M. ne participe pas à son étude du fait qu'il n'est pas implanté dans un secteur marin.

Les trois sites étudiés par l'I.S.T.P.M. en Bretagne sont donc ceux de Ploumoguier, Plogoff et Saint-Vio pour lesquels, compte tenu de leur richesse respective, il a donné un avis « non défavorable » pour le premier, « réservé » pour le deuxième et « défavorable » pour le troisième.

Quant aux sites vendéens, dont l'étude aurait dû commencer dans le second semestre de 1976, elle vient seulement de débiter, ce retard étant imputable à certaines difficultés d'ordre administratif et aussi à l'opposition des pêcheurs et conchyliculteurs vendéens qui, dans la crainte de voir construire dans leur département une centrale dont ils ne veulent pas, pour des raisons qui leur appartiennent, nous avaient refusé tout concours.

Principaux résultats des études expérimentales.

Les travaux de recherches en milieu contrôlé qui sont menés dans trois laboratoires de l'I.S.T.P.M. devraient permettre, lorsque la synthèse de ces recherches avec celles qui sont effectuées par d'autres organismes sera faite, de mesurer les impacts réels des centrales thermiques sur la vie marine. On ne dispose pour le moment que de quelques résultats partiels dont il serait imprudent de tirer des conclusions générales. Les premiers enseignements, qui ont été exposés au cours d'un colloque intitulé « journées de la thermo-écologie » organisé récemment par E.D.F. et qui s'est tenu au Centre océanologique de Bretagne, à Brest, en novembre 1976, peuvent se résumer comme suit.

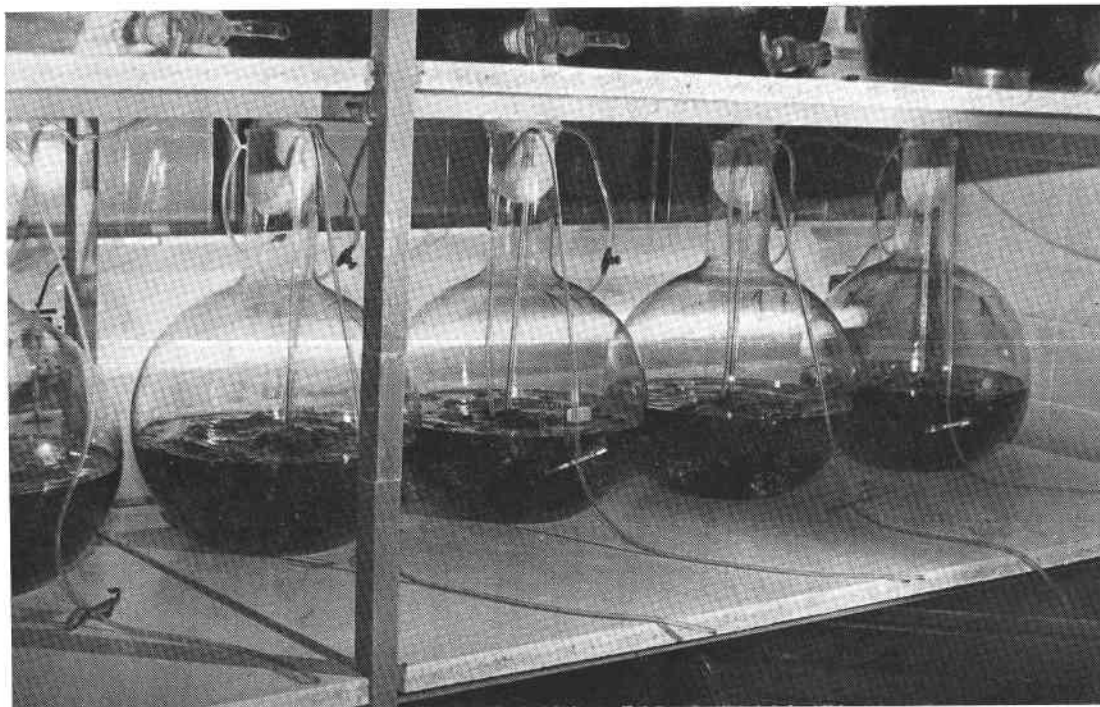
1. Pour une espèce de diatomée, *Phaeodactylum tricornutum*, on constate les faits suivants. Des températures initiales basses (12° et 16° C) n'entraînent pas de chute de la croissance après des élévations thermiques comprises entre 10° et 17° C. On constate même, dans certains cas, des augmentations significatives du nombre de cellules dont il conviendrait de tenir compte si l'eau utilisée était particulièrement riche en sels nutritifs. De plus, l'étude des distributions de tailles ne fait apparaître aucune variation significative.

Des températures initiales plus élevées (20° et 24° C) entraînent des retards dans la croissance, qui s'accroissent à partir d'une température finale avoisinant 34° C; lorsque cette température finale approche 39° C, aucune culture ne peut se développer. La croissance des cultures est d'autant plus amoindrie que le ΔT est élevé et la durée du palier augmentée.

Ces températures d'acclimatation, pour des températures finales voisines de 35° C, provoquent des modifications notables de la distribution des tailles cellulaires; on peut retenir que :

les différences de volumes cellulaires totaux s'accroissent lorsque le temps de latence augmente ;

les déficiences dans les tailles des cellules s'observent très tôt après le choc (24 heures) alors qu'aucune indication n'est encore décelable au niveau des comptages cellulaires.



Ballons en pyrex contenant les cultures expérimentales. Chaque culture est soumise à un éclairage nyctéméral et à une température régulée correspondant aux températures initiales étudiés (photo MAGGI-LASSUS).

Enfin, un retour plus brutal à la température initiale, réduisant pratiquement le choc thermique à la durée du palier, semble moins nocif qu'une descente thermique progressive qui tend à maintenir plus longtemps une ambiance chaude (d'après P. MAGGI, P. LASSUS, A. ABARNOU et coll., I.S.T.P.M., Nantes).

2. Pour les œufs vivants de l'anchois, de la sardine et d'un poisson d'une espèce proche des soles (*Buglossidium luteum*), il apparaît que l'importance du choc thermique dû à une augmentation plus ou moins brutale de la température (ΔT) varie en fonction de la température initiale de l'eau de mer à laquelle les organismes sont acclimatés avant de subir ce ΔT . C'est ainsi que si la température initiale est basse, l'influence d'un ΔT , même relativement élevé, de l'ordre de 15°, peut être faible, voire négligeable. Au contraire, si la température d'acclimatation est élevée, la somme T° initiale + ΔT peut provoquer des mortalités massives.

Il se dégage de ces premiers résultats que la température initiale ainsi que la quantité de calories reçues par les organismes étudiés semblent avoir nettement plus d'importance que la valeur du ΔT et le temps de transit dans le circuit de réfrigération (d'après A. BATTAGLIA et J.-L. COULET, I.S.T.P.M. Sète).

3. Pour ce qui est des larves de crustacés, une seule espèce a fait l'objet d'expérimentations pouvant conduire à une première analyse des résultats. Il s'agit de l'araignée de mer, *Maia squinado*. Ces recherches sont conduites par une équipe qui travaille le plus souvent dans les locaux de l'écloserie expérimentale de homards de l'île d'Yeu. Elles ont porté sur des larves à divers stades de développement acclimatées à des températures comprises entre 12° et 24° C et testées à des chocs thermiques pour des valeurs de ΔT de 10°, 12°, 15° et 17° C, après quoi l'on a déterminé leur taux de mortalité immédiate et leur taux de survie ultérieure.

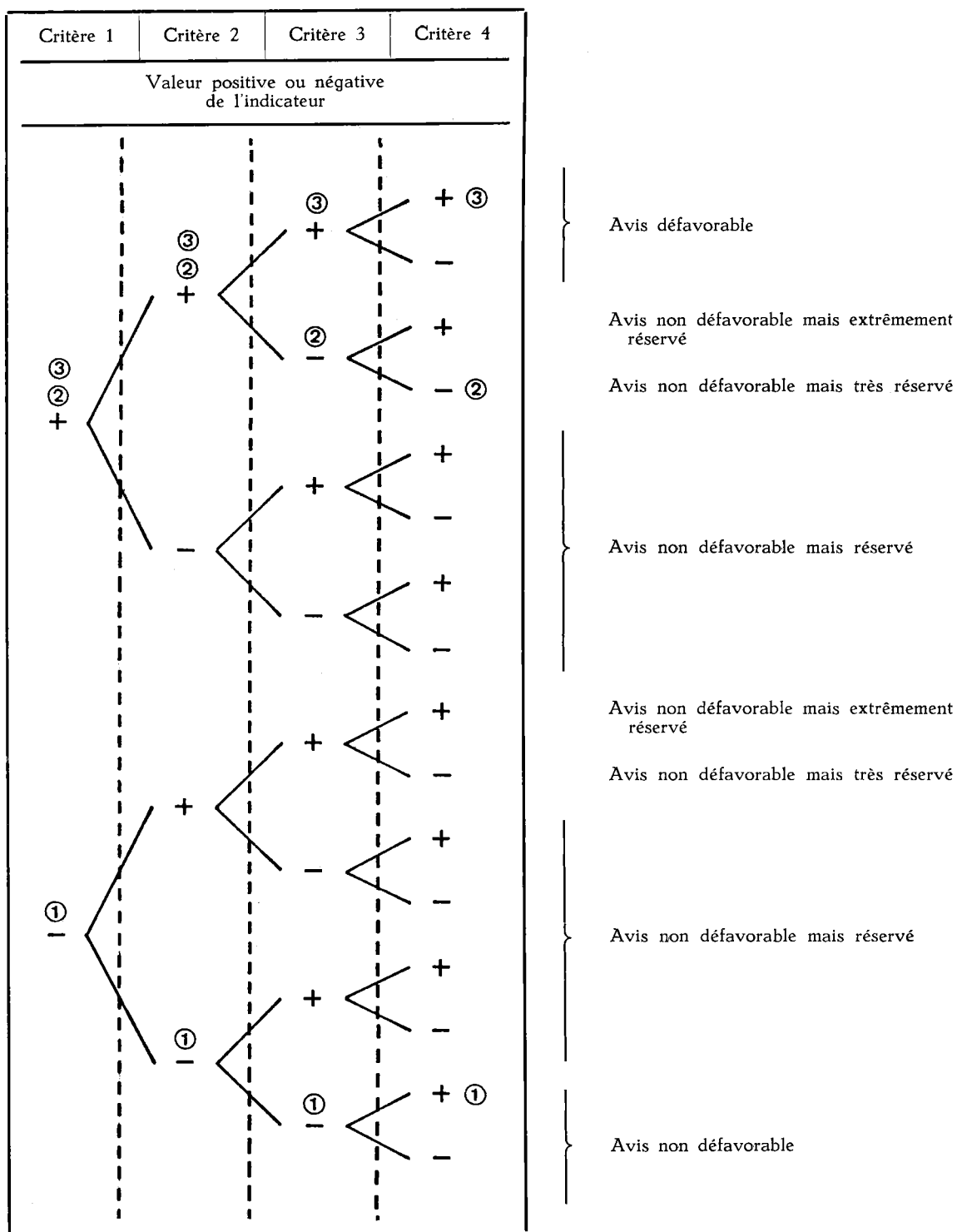


Compteur de particule COULTER-COUNTER. De droite à gauche : compteur proprement dit, analyseur (distribution des volumes particuliers) et Télétype recueillant les données sur bandes perforées 8 canaux (photo MAGGI-LASSUS).

On a ainsi pu constater une décroissance rapide du taux de survie au cours du premier jour, après le choc thermique, suivie d'une diminution plus lente par la suite. « Pour obtenir un taux de survie de larves d'araignées de mer supérieur à 50 %, il ne faut pas que la quantité de chaleur reçue par ces animaux, soit la température d'acclimatation + ΔT , dépasse une certaine valeur dite létale, comprise entre 31° et 34° C » (d'après H. GRAS et coll.).

Conclusion.

Cet exposé détaillé des activités de l'Institut des Pêches maritimes liées aux projets de construction de centrales thermiques nucléaires sur les côtes françaises montre le poids de ces études dans l'établissement des choix finaux.



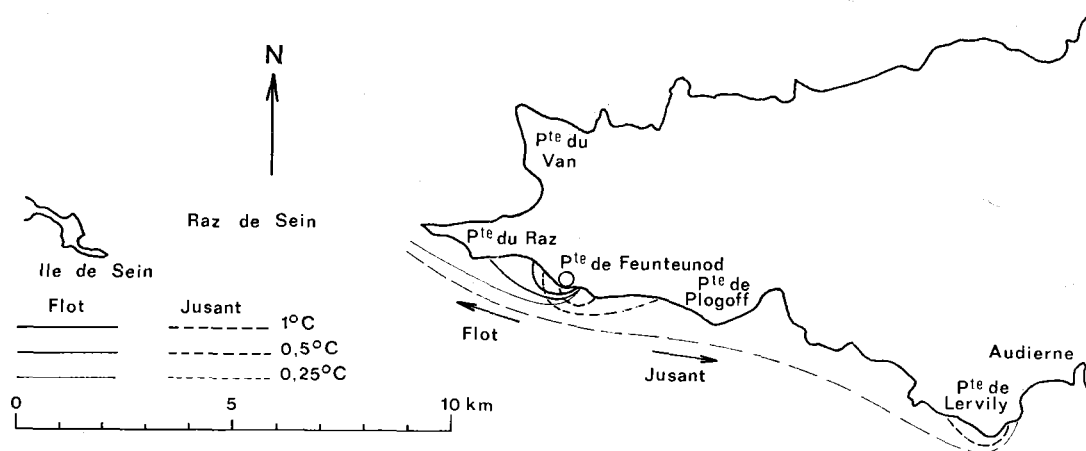
Méthodologie utilisée pour émettre un avis.

Exemple des sites finistériens de Ploumoguer (1), Plogoff (2), Saint-Vio (3).

(Critère 1 : densité des organismes planctoniques; critère 2 : abondance et diversité des espèces commerciales, présence de frayères et nurseries; critère 3 : développement des activités halieutiques; critère 4 : « tache thermique »).

C'est là une très lourde responsabilité, car il faut que nos travaux soient inattaquables sur le plan scientifique et d'une objectivité totale. Mais le climat souvent émotionnel qui entoure certains projets de construction ne favorise guère la sérénité nécessaire au chercheur qui peut parfois être tenté de fonder son opinion sur des critères peu objectifs ou tout au moins non scientifiques. C'est pourquoi nous avons cherché à mettre au point une méthode de choix applicable, en principe, à n'importe quel site et ne permettant pas l'interprétation subjective.

Certes, c'est là une première approche ; la méthode est sans doute perfectible ; il faudra peut-être augmenter le nombre des critères utilisés. Quoi qu'il en soit, les critères les plus objectifs que nous avons cru pouvoir choisir sont les suivants :



Isothermes estimées sur le site de Plogoff.

densité des organismes planctoniques (zooplancton, œufs et larves de poissons, crustacés et mollusques) qui peuplent les eaux côtières des sites étudiés ;

abondance et diversité des espèces d'intérêt commercial ; présence de frayères ou de nurseries à proximité des sites ;

développement des activités halieutiques susceptibles d'être affectées par des rejets d'eaux réchauffées ;

configuration et extension de la « tache thermique » compte tenu des courants locaux (1).

Cet ensemble de critères comparés ou opposés les uns aux autres s'additionnent ou s'annulent. Ils nous permettent ainsi de formuler un avis qui peut aller du plus défavorable au moins défavorable avec toutes les nuances intermédiaires. Cette méthode qui a été appliquée pour la première fois lorsqu'il a fallu fournir des éléments de choix entre trois sites finistériens peut s'illustrer par le tableau ci-contre (d'après R. SABATIÉ ; I.S.T.P.M. Roscoff).

Répétons-le, cette méthode est peut-être perfectible, et si c'est le cas, nous nous efforcerons de la perfectionner ; elle est peut-être critiquable... et elle a déjà fait l'objet de certaines critiques qui, à notre avis, n'étaient guère constructives, tout au moins jusqu'à présent.

Mais c'est le mérite de l'Institut des Pêches d'avoir fait cet effort de réflexion qui l'a conduit à fonder ses conclusions sur les meilleurs critères possibles en évitant toute prise de position d'ordre politique ou émotionnel, l'objectivité étant la seule attitude qui soit de nature à sauvegarder sa crédibilité tant à l'égard des instances gouvernementales et d'E.D.F. qu'à celle des professionnels de la pêche et de la conchyliculture et du public en général.

(1) Les études d'extension de « taches thermiques » sont réalisées par le laboratoire national d'Hydraulique qui nous les transmet.

C'est pourquoi il est nécessaire que l'Institut des Pêches produise des avis fondés sur des rapports bien individualisés pour chacun des sites étudiés. En effet, si ses études portent sur l'écologie halieutique, elles prennent également en compte la ressource exploitable et les effets prévisibles des centrales sur les activités humaines rattachées à la pêche et aux cultures marines. L'impact économique et social de ces activités constitue donc un très important critère de choix.

C'est pour cette raison, qu'à l'exception des centrales de Gravelines et Paluel, dont la construction avait été décidée avant que des études préalables n'aient été entreprises, les avis de l'I.S.T.P.M. ont toujours été pris en considération par E.D.F. pour tous les autres sites étudiés.