

Rapport à diffusion restreinte

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

DES PÊCHES MARITIMES

000179

000179



INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

DES PECHES MARITIMES

-----  
Laboratoire : "Effets biologiques  
des nuisances"



INFLUENCE DE CHOCS THERMIQUES  
SUR LA CIVELLE

par C. LE BAUT, P. LASSUS et P. MAGGI  
avec la collaboration technique  
de M. BARDOUIL, G. BOCQUENE et L. LE DEAN

24 SEP. 1980

## I - INTRODUCTION

— Les projets d'implantation de centrales thermiques nucléaires de grande puissance, sur le littoral français, ont conduit à un ensemble d'études de terrain et de laboratoire permettant de mieux appréhender l'incidence de telles installations sur les ressources halieutiques. —

En effet, de grandes quantités d'eau de mer transitent par les condenseurs de ces centrales où elles s'échauffent brutalement ; elles sont ensuite rejetées dans le milieu marin et y dissipent leurs calories. Par ailleurs, afin de limiter les fixations de salissures biologiques, des injections de chlore sont effectuées à l'entrée des condenseurs.

Dans le cas d'une centrale installée en milieu estuarien (Le Blayais en Gironde) un problème particulier s'est posé : la migration des jeunes anguilles (civelles) qui remontent les cours d'eau de décembre à mai. Au cours de cette période des quantités importantes de civelles sont aspirées à l'intérieur des circuits de la centrale où elles subissent un choc thermique. Ce même problème se rencontre dans le cas d'une centrale classique comme celle de Cordemais où trois unités au fuel oil fonctionnent actuellement alors que deux unités supplémentaires au charbon sont en construction.

Du fait de l'impact économique que revêt la pêche des civelles en estuaire de Loire, nous avons envisagé une étude de la sensibilité de cet animal aux élévations brutales et importantes de la température. Nous avons négligé l'impact de la chloration des eaux qui n'est pas pratiquée dans ce type de centrale du fait de leur situation dans l'estuaire.

## II - BIOLOGIE

L'anguille européenne, dont les post-larves - appelées civelles ou pibales selon les régions - remontent les cours d'eau atlantiques français, est un poisson téléostéen appartenant à la famille des anguillidae. Son caractère essentiel et particulier est son euryhalinité obligatoire, c'est-à-dire que non seulement il supporte très bien les variations de salinité, mais que le passage eau de mer/eau douce et vice-versa est indispensable à l'accomplissement de son cycle biologique : c'est une espèce amphibiotique thalassotoque.

Le lieu de ponte de l'anguille européenne a été découvert par SCHMIDT (1920). Il se situe au voisinage de la côte américaine dans la zone nommée : "Mer des Sargasses".

L'oeuf donne naissance à une larve en forme de feuille de saule de 5 mm de long : le leptocéphale. Ces larves sont entraînées par les courants, en particulier par le Gulf Stream, et se nourrissent de plancton pendant les deux ans ou plus que va durer cette migration passive. Elles parviennent alors, après avoir grossi, au niveau du talus continental européen (figure 1).

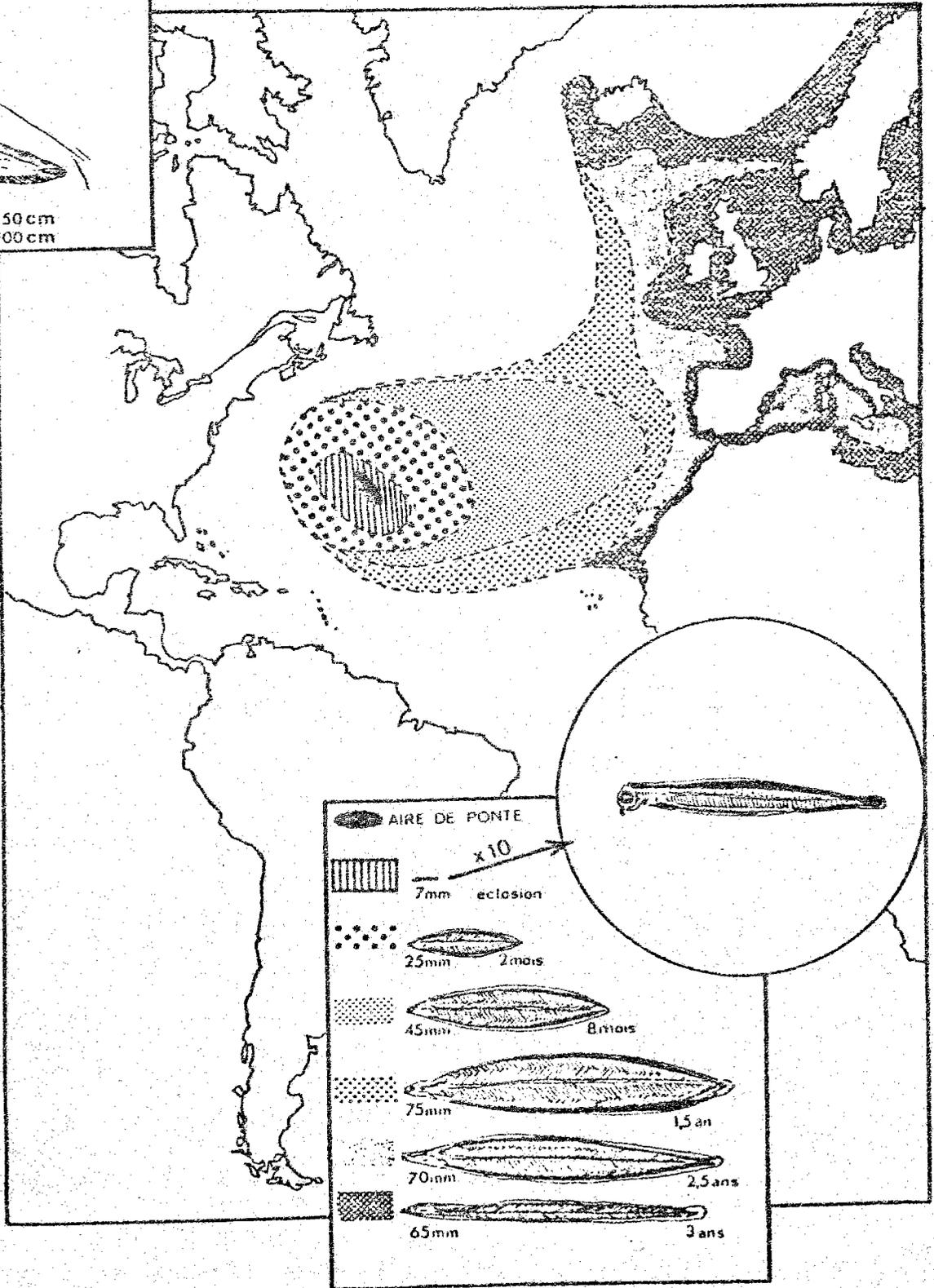
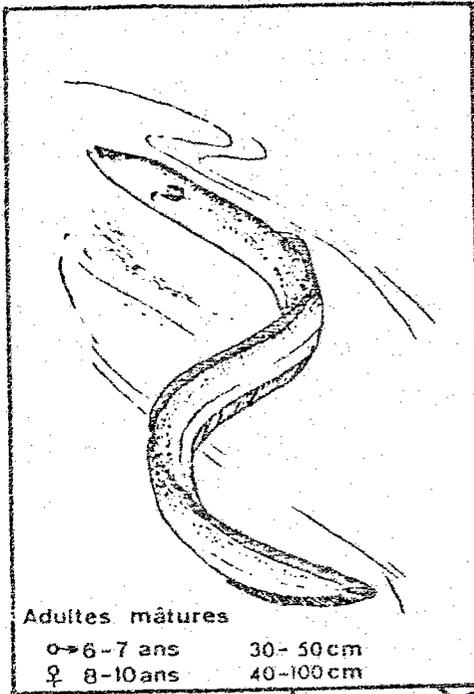
Là, la métamorphose transforme la larve "foliacée" en une post-larve cylindrique transparente : la civelle, après un long jeûne où l'animal perd 80 % de son poids. La pigmentation apparaît dès le début du stade civelle (stade V A) et va progresser d'une manière continue, elle est établie à la fin de ce stade (stade VI B). Cette transformation achevée, les civelles se concentrent en estuaire et commencent à remonter les fleuves dès le début de l'automne pour l'Europe septentrionale, plus tardivement sur les côtes françaises. Cette remontée correspond à un rhéotropisme et un chimiotropisme issus d'un déséquilibre hydro-minéral les poussant vers les eaux douces (CALLAMAND).

La période de croissance qui suit est marquée par la prise de poids et aboutit au stade ultérieur de l'anguillette puis de l'anguille jaune. Le sexe est déterminé par le milieu : la civelle indifférenciée deviendra mâle ou femelle selon les conditions extérieures.

L'état d'anguille argentée comprend des transformations morphologiques et physiologiques : développement des organes génitaux, augmentation de l'épaisseur de la peau, arrêt de l'alimentation avec dégénérescence du tube digestif, accroissement du diamètre oculaire et allongement des nageoires pectorales.

Enfin, la migration génésique de l'anguille argentée dans un premier temps, va être passive : fuyant la lumière et les eaux froides elle se laisse porter en mer par les grands fleuves. BERTIN situe cette période entre octobre et décembre pour l'Europe de l'Est et en septembre/octobre (femelle) et août (mâle) en Irlande.

Figure n° 1 : Migrations et répartition des larves de l'anguille d'Europe (adapté de J. SCHMIDT, 1925)



### III - LA PECHE A LA CIVELLE

Une étude détaillée de cette pêche a été réalisée par ELIE (1979) avec une attention plus particulière pour le quartier maritime de Nantes/Saint-Nazaire.

En estuaire de Loire elle débute fin décembre et se poursuit jusqu'à fin avril.

Les engins utilisés sont essentiellement des filets tractés soit par un bateau pour les pêcheurs professionnels, soit directement de la berge pour les pêcheurs amateurs. L'encombrement de ces filets est réglementé.

Les filets tenus à la main sont des tamis à ouverture rigide, circulaire ou parallélipédique, qui sont tirés le long des rives de l'estuaire ou des quais du port par l'intermédiaire d'un manche en bois ou d'une corde.

Sur les bateaux, on peut voir deux sortes de filets dont ELIE donne une description détaillée :

- le "pibalour", en toile de nylon, est monté sur un cadre trapézoïdal de 2,5 m à 4,1 m de grande base et de 1,5 m à 3 m de petite base ; il est manoeuvré par un treuil,
- la "grande drosse", à cadre circulaire de 1,2 m de diamètre, est virée sur le bateau par le pêcheur et maintenue par deux cordages.

Au cours de la pêche, ces filets sont placés sur les flancs de l'embarcation à des profondeurs variables et tractés à une vitesse entre 1 et 4 noeuds.

La pêche se pratique surtout la nuit au moment du flot dans toutes les zones des estuaires, avec des bateaux ayant un tonnage inférieur à 10 tonnes de jauge brute.

Les régions concernées touchent tout le littoral atlantique et les professionnels aussi bien que les amateurs se disputent un profit très rémunérateur représentant également un palliatif à la diminution des prises effectuées sur d'autres espèces.

Ainsi, pour le quartier maritime de Nantes/Saint-Nazaire qui compte les plus grosses mises à terre de toutes les zones productrices, le tonnage s'élève à 1 010 tonnes pour la saison 1975/1976, pour une valeur de 19 830 000 F. (tableau n° 1) et pour la saison 1978/1979 à 620 tonnes représentant 24 000 000 F. (sources : Administration des Affaires Maritimes).

Localités	Nombre de bateaux	Pêcheurs	Tonnes débarquées	Valeur en F	Prix moyen au kg
Bayonne	80	96	42	1 472 140	35.04
Marennes	159	250	> 100	2 350 000	23.50
La Rochelle	100	100	21	391 700	18.00
Sable d'Olonne	23	23	12	549 000	43.57
Nantes	341	360	660	13 530 000	20.50
Saint-Nazaire	338		350	6 126 250	17.50
Vannes	120	120	200	6 600 000	30.72
Bordeaux			18 (**)	423 000	23.50

Tableau n° 1 : Saison 1975/1976 (excepté les Sables d'Olonne : 1974/1975) pour la pêche à la civelle en différents quartiers maritimes (ELIE, 1979).  
(\*\*) chiffre très sous-estimé.

La pêche est surtout commercialisée par l'intermédiaire des mareyeurs avec 80 % pour l'exportation : l'Espagne, mais aussi l'Allemagne de l'Est, de l'ouest, le Japon, la Pologne, la Hongrie et l'U.R.S.S. pour l'alevinage.

Une estimation générale de la production totale est difficile car dans beaucoup de quartiers maritimes toutes les mises à terre ne sont pas recensées et il y a beaucoup d'amateurs qui ne passent pas par les circuits officiels.

Cependant, on peut affirmer que les chiffres recensés en ce qui concerne la pêche professionnelle, sous-estiment les quantités débarquées, ainsi ELIE (1979) estime que le tonnage réel pour 1975/1976 dépasse 1 455 tonnes pour une valeur marchande d'environ 32 000 000 F.

#### IV - METHODOLOGIE AU LABORATOIRE

Les civelles, pêchées en estuaire de Loire et acclimatées pendant 48 heures à la température initiale de l'expérience, sont réparties en lots d'environ 30 animaux immédiatement avant l'expérimentation.

Le dispositif expérimental habituellement utilisé pour des organismes planctoniques a été légèrement modifié, comme le montre la figure n° 2. Entre la réserve d'eau de mer à la température initiale  $T_i$  (12, 14, 16, 18° C) et l'échangeur thermique a été intercalé un entonnoir dans lequel on verse le lot de civelles qui est retenu provisoirement, indépendamment du circuit d'eau.

./...

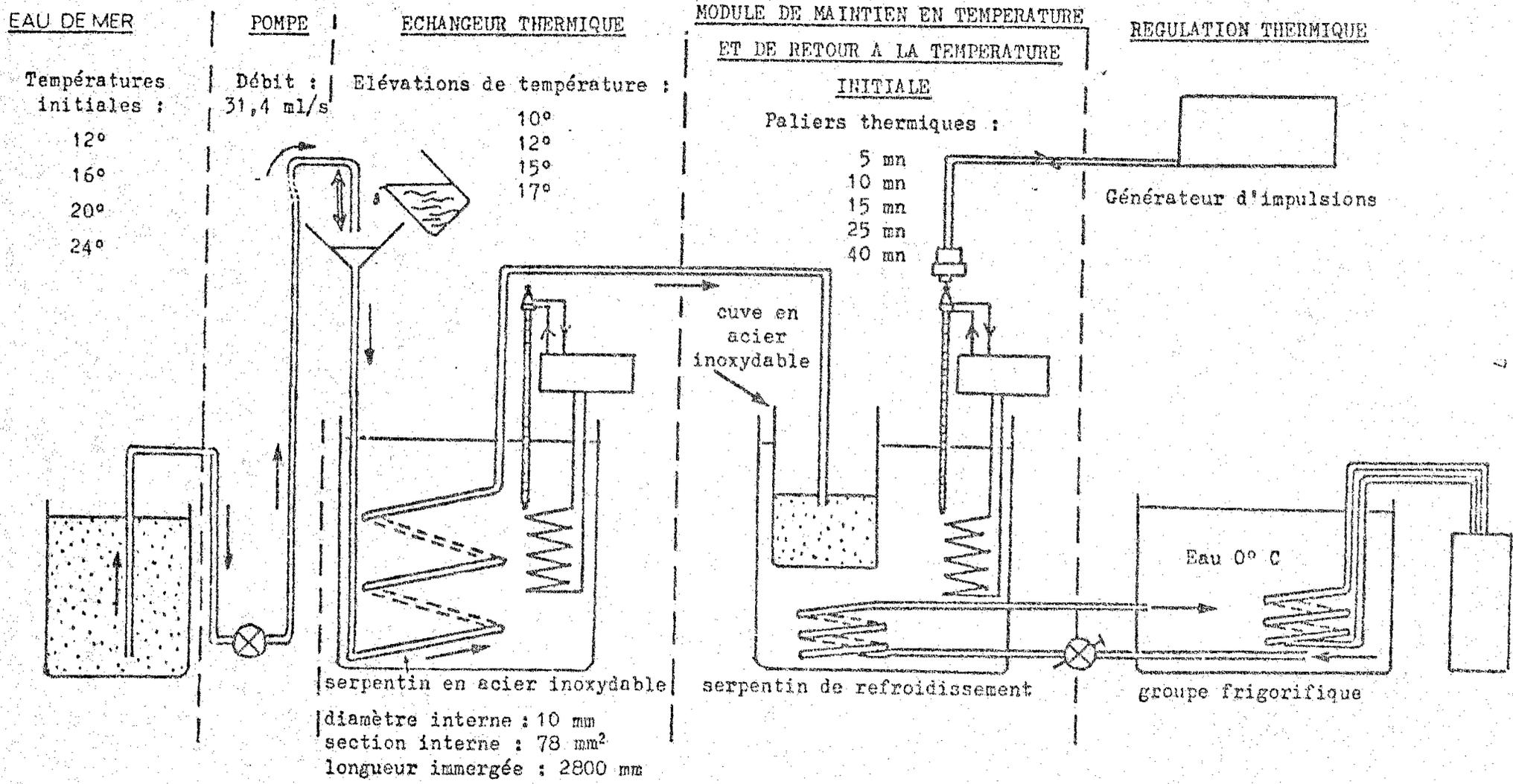


Figure 2 : Schéma du dispositif expérimental

Lorsque l'entonnoir est débouché, le courant d'eau entretenu par la pompe entraîne les civelles dans le serpentin où elles subissent pendant 7 secondes une élévation de température ( $\Delta T$ ) de 10, 12, 15 ou 17°C.

Elles sont ensuite récupérées dans une cuve en acier inoxydable qui est placée dans un bain-marie thermorégulé à une température finale égale à la somme  $T_i + \Delta T$ . Les cuves sont maintenues à cette température pendant 15 et 25 minutes, durées des deux paliers thermiques étudiés.

Le palier thermique achevé, le retour à la température initiale est obtenu en 12 heures par une régulation thermique du bain-marie. Un programmeur contrôle la thermorégulation de façon à obtenir les décroissances thermiques recherchées.

Les programmes ont pour support des films cinématographiques 16 mm ajourés se déroulant devant une cellule photo-électrique qui commande la rotation d'un micromoteur associé à un thermomètre à contact à mercure ; chaque impulsion transmise au thermomètre induit une variation moyenne de 0,083° dans le module.

La régulation thermique est obtenue par l'utilisation de deux sources complémentaires : eau glacée et résistances chauffantes. Pendant la phase de retour à la température de départ, le milieu est constamment agité dans les cuves, afin de favoriser les échanges thermiques avec le liquide périphérique soumis à la régulation thermique.

Après le retour à la température initiale, les civelles sont transvasées dans un cristallisateur contenant 2 l d'eau de mer maintenue à la température  $T_i$ . Journallement les animaux morts sont enlevés ; les résultats sont exprimés en pourcentage de mortalités à 48 et 96 heures.

#### V. - RESULTATS

Ils sont regroupés dans le tableau 2.

Pour les températures initiales basses 12 et 14° soit pour, dans les conditions les plus dures, une température finale de 31° nous n'observons pas de mortalité significative des animaux.

Pour la température initiale 16° des mortalités importantes apparaissent pour le  $\Delta T$  15° soit 31° de température finale.

Pour la température initiale 18° des mortalités importantes interviennent pour le  $\Delta T$  15° soit 33° de température finale atteinte.

Il est à noter que dans tous les cas les mortalités sont pratiquement identiques pour les deux paliers thermiques testés.

#### VI.- DISCUSSION

Si l'on analyse les résultats précédents en considérant les taux de mortalités en fonction de la température finale  $T_i + \Delta T$  atteinte (tabl. 2) on constate que 31° est la température limite pour la civelle. Cependant il faut remarquer que la température initiale et la valeur de l'élévation thermique ont une grande importance puisque, selon que l'on parvienne à cette température finale à partir de 14 ou de 16° avec des élévations thermiques de 17 ou de 15°, on obtient des mortalités nulles ou quasi totales.

Si l'on trace la courbe approximée des pourcentages de mortalité en fonction de la température finale atteinte (fig. 3) on constate que la température critique provoquant la mort de 50 % des individus se situe autour de 31°.

TEMPÉRATURES INITIALES	Temps	ELEVATIONS THERMIQUES ( $\Delta T$ )								
		0°	10°		12°		15°		17°	
			15	25	15	25	15	25	15	25
12°	48 h	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	96 h	0	0	0	0	0	0	6	0	0
14°	48 h	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	96 h	0	0	0	0	0	0	1	0	0
16°	48 h	3	0	6	10	3	23	33	100	100
	96 h	10	20	23	16	10	86	100	100	100
18°	48 h	0	10	6	6	3	93	90	100	100
	96 h	6	10	6	6	6	93	90	100	100

Tabl. 2.- Pourcentages de mortalités à 48 et 96 heures pour les différents lots de civelles.

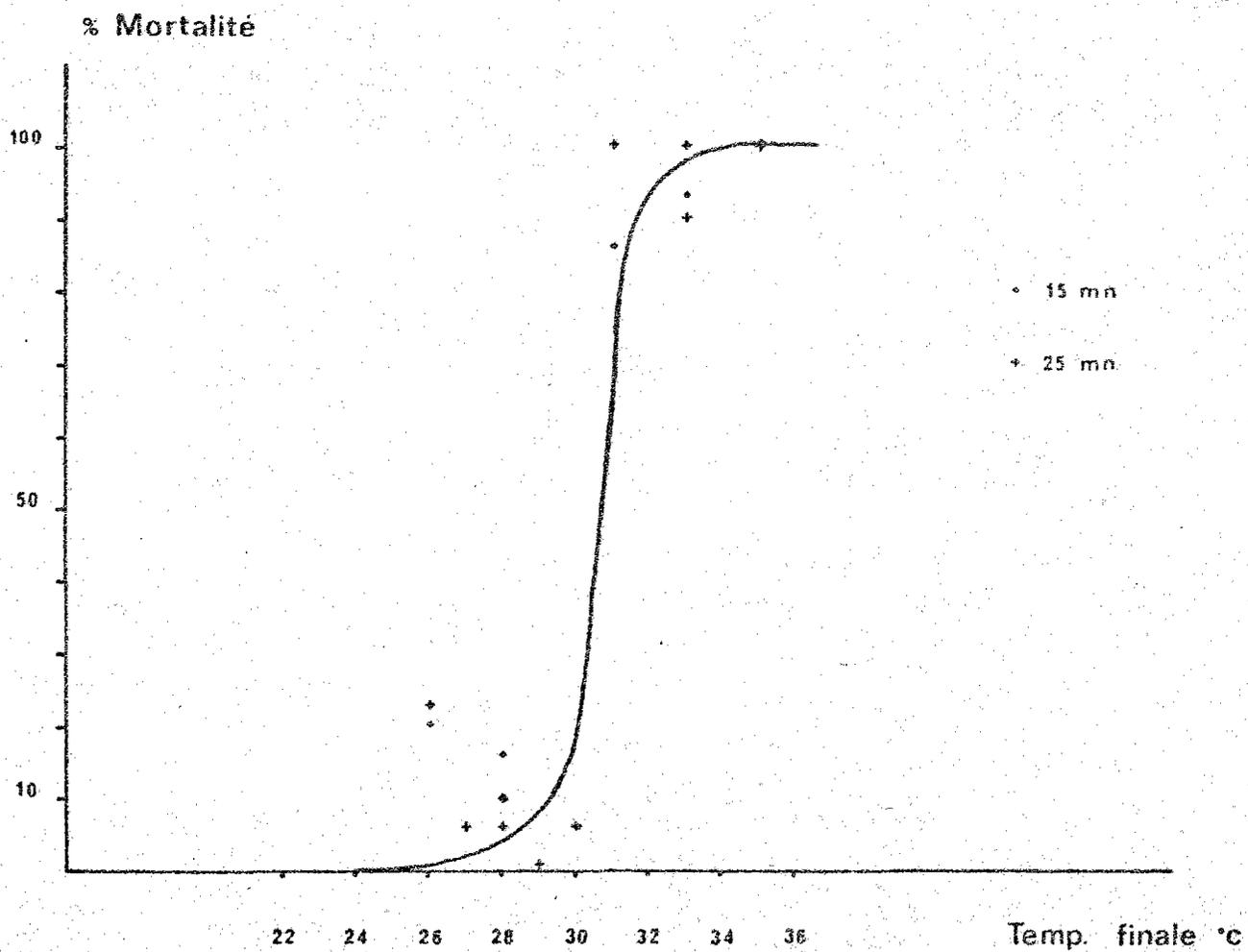


Fig 3 : Pourcentages de mortalité en fonction  
de la température finale

Ti + ΔT (°C)	Ti (°C)	ΔT (°C)	PALIERS	
			15 mn	25 mn
22	12	10	0	0
24	12	12	0	0
24	14	10	0	0
26	14	12	0	0
26	16	10	20	23
27	12	15	0	6
28	16	12	16	10
28	18	10	10	6
29	12	17	0	0
29	14	15	0	1
30	18	12	6	6
31	14	17	0	0
31	16	15	86	100
33	16	17	100	100
33	18	15	93	90
35	18	17	100	100

Tabl. 3.- Pourcentages de mortalités à 96 heures en fonction de la température finale atteinte.

#### VII.- CONCLUSION

Cette expérimentation nous permet d'arriver à la conclusion que la température limite de la civelle de Loire est située autour de 31° mais qu'elle est cependant fonction de la valeur de la température initiale et de l'importance de l'élévation thermique appliquée. Ces résultats sont à rapprocher de ceux de LECOMTE FINIGER (1979) obtenus pour des civelles de Gironde et de Méditerranée : la TL 50 à 96 heures trouvée est comprise entre 33 et 34°C pour des chocs thermiques instantanés. Il faut cependant noter que pour des conditions expérimentales différentes : élévations lentes de température de l'ordre de 1°C toutes les 10 mn, la TL 50 est de 34.5°C.

Nos essais se rapportent plutôt à des élévations brutales comparables aux chocs "instantanés".

Dans le second cas (élevations lentes) les mécanismes d'adaptation physiologique de l'organisme peuvent jouer en aboutissant à une moindre sensibilité thermique des animaux.

Si l'on replace ces résultats dans le contexte des conditions de milieu de la Loire on constate que la température de l'eau varie entre 5.6 et 15.6°C pendant la période de migration des civelles (décembre à mai) (1) Ainsi, une élévation thermique maximale de 13°C est compatible, au cours de cette période, avec la survie des civelles.

Notons qu'en ce qui concerne le Blayais les minima et maxima thermique du site pendant cette même période sont de 7.2 à 16.3°C(2), soit des températures légèrement plus élevées (tabl. 4).

Dans la pratique, les conditions de rejet d'eau chaude par les centrales sont règlementées et la température de ces rejets ne doit pas excéder 30°C tandis que les élévations thermiques maximales des centrales sont de 7.8°C pour les tranches 1-2-3 et 8°C pour les futures tranches 4 et 5 de Cordemais. En ce qui concerne le Blayais, l'élévation thermique sera de 11°C et ne pourra donc représenter un danger pour les civelles transitant dans le circuit de refroidissement.

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Cordemais	5.9	6.5	9.08	11.06	15.66	20.13	21.22	21.08	19.42	15	10.51	5.6
Le Blayais	6.9	7.8	8.2	11.9	16.3	20.0	22.2	22.1	19.0	14.5	10.7	7.2

Tabl. 4.- Températures mensuelles moyennes de Cordemais pour 1975-78 et du Blayais pour 1970-75.

En résumé, il semble que ces expériences permettent d'aboutir aux conclusions suivantes :

- la température limite 50% létale de la civelle de Loire se situerait aux environs de 31°C ;

(1) Extraits du dossier EDF de Demande d'autorisation. Installation classée pour la protection de l'Environnement.

(2) Extraits du dossier EDF : Procédure d'autorisation de rejet des effluents radioactifs liquides (Etude définitive).

- ce seuil est plus bas que celui des civelles de Gironde et de Méditerranée (33° et 34° C),
- ces résultats ne présagent pas d'éventuels effets à long terme sur les civelles tels que : perturbation du comportement migratoire ou troubles dans la locomotion ou l'éthologie alimentaire,
- en ce qui concerne le transit proprement dit il manque des données de terrain concernant l'impact du choc mécanique.

Rappelons également que l'importance économique et biologique de la civelle en Loire aux mois correspondant à un fonctionnement maximum de la centrale de Cordemais ne doit pas masquer l'ensemble des facteurs biologiques du milieu et en particulier la présence d'autres poissons migrateurs (saumons, truites) et d'espèces d'intérêt économique plus modéré mais non négligeable (lamproie, alose, éperlan, mullet, bar, plie, sole).

Il importe donc de parfaire les données de laboratoire par une étude sur le site qui permettra de faire le point sur l'impact des prises et rejet d'eaux sur la faune, ceci si possible avant la mise en service des tranches 4 et 5 qu'Electricité de France envisage de construire.

Cette étude qui doit être confiée à des Laboratoires de la Faculté des Sciences de Nantes devrait être entreprise dans les prochains mois.

D'ores et déjà des observations ont été effectuées sur le site de la centrale au niveau des trois tranches actuellement en service. Elles permettent de dégager les grandes orientations des futurs travaux :

- quantifier les mortalités d'animaux piégés sur les tambours,
- confirmer la faible mortalité des civelles subissant le transit dans les circuits de la centrale,
- rechercher les causes de la présence de civelles moribondes observées par les pêcheurs dans les bras de Cordemais.

## BIBLIOGRAPHIE

- AQUASCOP, 1978.- Rapport d'Etude : Passage des civelles au site du Pellerin (Loire Atlantique).
- CALLAMAND (O.), 1943.- L'anguille européenne (*Anguilla anguilla* L.).- Les bases physiologiques de sa migration.- Masson et Cie Eds. 438 p.
- ELIE (P.), 1979.- Contribution à l'étude des montées de civelles d'*Anguilla anguilla* Linné (poisson, téléostéen, anguilliforme), dans l'estuaire de la Loire : pêche, écologie, écophysiologie et élevage. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, série C, n° d'ordre : 560, n° de série : 204. VER Sciences biologiques de Rennes 381 p.
- LECOMTE-FINIGER (R.), 1979.- Etude expérimentale de la résistance thermique des civelles de Gironde et de Méditerranée.- A paraître dans les cahiers du laboratoire d'Hydrologie de Montereau.
- PERES (G.), 1979.- Recherches écophysiologiques et écotoxicologiques sur les poissons d'eau douce en relation avec les modifications provoquées par le fonctionnement des centrales thermiques.- Rapport EDF décembre 1979 HE 31-79, 55.
- SCHMIDT (J.), 1925. - The Breeding Pleace of the Eal. Ann. Rep. Smithsonian Institut, p. 279 - 316.

