

# UNE TECHNIQUE RAPIDE DE LOCALISATION DES POLLUTIONS EN EAUX MARINES ET SAUMATRES

(le dosage continu de l'oxygène dissous)

par C. ARMANGAU et A. CAUMETTE

Les concentrations humaines en villes de plus en plus importantes, le développement de l'industrie, amènent des charges polluantes toujours plus grandes aux points de rejets des effluents. Ces pollutions modifient profondément les conditions de vie du milieu marin. A la fois chimiques et bactériennes elles sont en général très complexes; leur action l'est donc également.

Lorsqu'elles contiennent certains produits nocifs tels que phénol, fluor, arsenic, sels d'ammonium, etc., elles sont source directe de mortalité chez les organismes marins; mais ceci est le plus souvent accidentel. Au contraire, lorsque les eaux d'égouts contiennent une part importante de matières organiques elles apportent des éléments nutritifs qui peuvent favoriser le cycle vital des animaux et des végétaux. Il n'est pas rare, par exemple, d'observer des rassemblements de poissons à proximité des rejets d'eaux usées. Ces apports massifs de matières organiques ne sont cependant pas toujours bénéfiques, ils créent parfois un déséquilibre, certaines espèces prolifèrent au détriment des autres; lorsqu'ils sont trop importants ils sont alors responsables de certaines hécatombes qui surviennent saisonnièrement chez les poissons peuplant les canaux et les lagunes du littoral méditerranéen.

Cette contradiction apparente s'explique par la réduction du taux d'oxygène dans le milieu du fait de la dégradation des matières organiques. Ce phénomène est d'autant plus important que la température de l'eau est élevée. Dans ce cas la faune meurt non du fait des éléments toxiques, mais par asphyxie. Ceci est fréquent dans notre région du Languedoc. Il est donc d'importance primordiale de pouvoir connaître rapidement le taux d'oxygène dissous dans les eaux marines ou submarines, objet d'exploitation, et soumises à diverses pollutions.

## I. — Moyens de détermination de la quantité d'oxygène dissous.

Deux principales catégories de techniques permettent de connaître la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. La première s'effectue par voie chimique, selon une technique rendue suffisamment sûre par WINKLER, la seconde par voie électrochimique.

**1. Les méthodes chimiques.** Bien que controversée, la technique de WINKLER ou les méthodes qui en sont dérivées, comme celle proposée par JACOBSEN, sont le plus couramment employées pour le dosage de l'oxygène dissous, en océanographie notamment.

Elles consistent à absorber l'oxygène dissous par de l'hydroxyde manganéux, le manganèse tétravalent formé oxyde à son tour un iodure en milieu acide, et libère de l'iode en quantité équivalente à la quantité initiale d'oxygène. L'iode libéré est dosé par le thiosulfate de sodium (fig. 1).

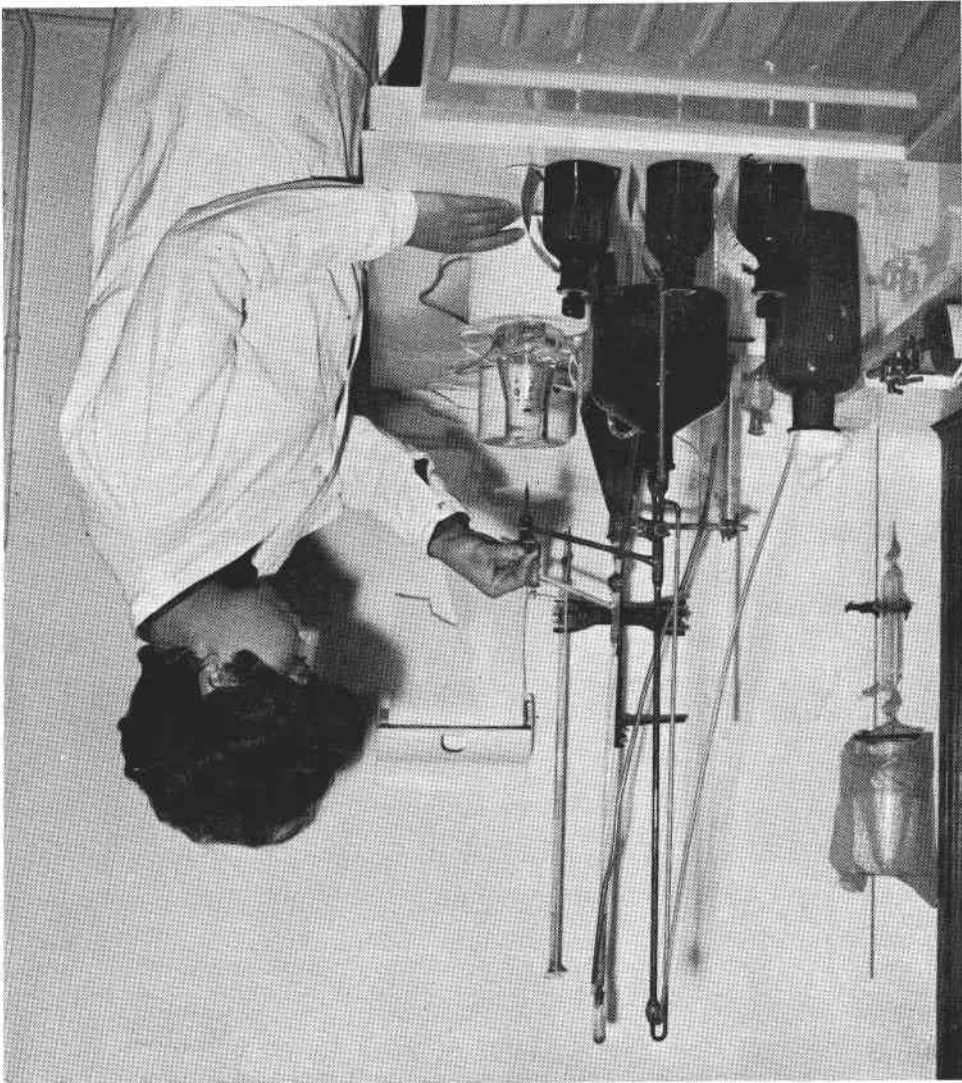


Fig. 1. — Dosage de l'oxygène dissous, méthode chimique : phase finale au laboratoire.

Le dosage nécessite quelques précautions. Les échanges rapides entre l'oxygène dissous et l'atmosphère, les variations apportées par les changements de température, imposent la fixation de l'échantillon sur le terrain (fig. 2), le tirage de l'iode s'effectuant généralement au laboratoire. Ceci implique une attente assez longue entre le prélèvement et l'obtention d'un résultat exploitable. De plus, l'information donnée par les mesures ne concerne que les points de prélèvement c'est-à-dire une zone géographique très limitée. Dans le cas où l'on s'organise pour effectuer le dosage complet sur le terrain, ce qui n'est pas des plus faciles, le résultat de la mesure ne peut être connu qu'une demi-heure au moins après le prélèvement. Si l'on termine le dosage au laboratoire, et il en est ainsi le plus souvent, ce temps se trouve encore augmenté. Le contrôle d'une mesure qui pourrait paraître aberrante et nécessiterait une vérification immédiate ne peut donc pas être réalisé.

Dans ces conditions, il n'est pas question d'envisager la possibilité d'effectuer des observations continues ou nécessitant un grand nombre de dosages. Cette méthode ne répond pas aux besoins des agents chargés de la surveillance des zones critiques. Elle reste cependant une technique sûre à laquelle on peut faire appel pour contrôler les résultats donnés par les appareils électroniques qui offrent, sur le plan de la rapidité, des avantages incontestables.



FIG. 2. — Dosage de l'oxygène dissous, méthode chimique, phase initiale : introduction immédiate des réactifs dans la bouteille de prélèvement.

**2. Méthode électrochimique.** Depuis quelques années des appareils électroniques donnant par simple lecture la valeur de la teneur en oxygène des eaux sont apparus sur le marché. Ces appareils commencent à être fréquemment utilisés pour les eaux douces. Leur principe est connu depuis longtemps, mais leur commercialisation a été retardée par des difficultés techniques telles que la fabrication de membranes semi-perméables de qualité constante : l'oxygène passe à travers la membrane et va oxyder une électrode métallique. Cette oxydation donne lieu à un courant d'autant plus intense que la quantité d'oxygène mise en jeu est grande. Ce courant convenablement amplifié est mesuré de façon quasi immédiate sur un galvanomètre directement gradué en milligrammes d'oxygène par litre d'eau.

La correction nécessaire pour tenir compte de la température est faite automatiquement par l'appareil.

L'utilisation de ce type de doseur a été généralement limitée aux eaux douces car la salinité modifie également la valeur de la mesure. Si l'on désire une mesure exacte il est donc nécessaire

de connaître d'une manière précise la salinité de l'eau dans laquelle s'effectue cette mesure. Cependant, en utilisant l'appareil sans tenir compte de ce fait, l'erreur que l'on commet est toujours inférieure à 20 %. L'avantage procuré par la rapidité avec laquelle le doseur opère permet de négliger ce coefficient d'erreur s'il s'agit de mettre en évidence des variations importantes dans la teneur en oxygène. Or, c'est le cas le plus général lorsque l'on surveille des zones polluées et que l'on cherche à prévenir une rupture dans l'équilibre bio-chimique des eaux, rupture qui entraîne la mort massive des animaux marins. Il est bien entendu toujours possible de contrôler de temps à autre la salinité pour pouvoir éventuellement apporter des corrections.

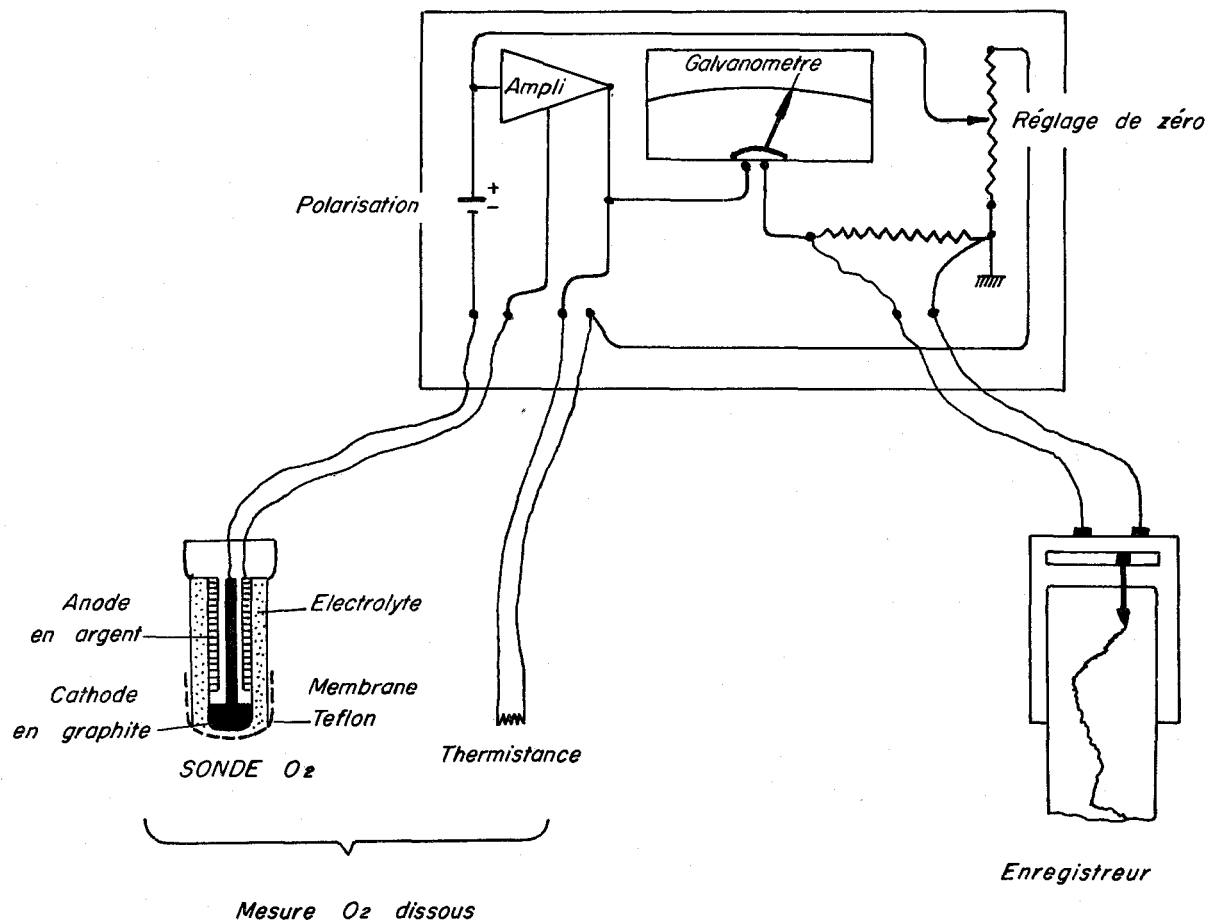


FIG. 3. — Schéma de principe du montage réalisé : couplage enregistreur-doseur d'oxygène dissous.

Pour les travaux où la rapidité d'exécution est primordiale ainsi que dans ceux où un grand nombre de dosages est nécessaire, cette technique est des plus intéressantes. Son intérêt peut être encore accru en couplant l'appareil avec un enregistreur portatif. C'est ce qui a été fait pour la technique que nous proposons et dont nous allons donner maintenant la description (fig. 3).

## II. — Technique proposée.

On trouve, à l'heure actuelle, des enregistreurs potentiométriques portatifs autonomes qui peuvent être couplés avec n'importe quel appareil électronique courant. Le couplage, qui nécessite un petit étage d'amplification supplémentaire, ne présente aucune difficulté particulière. Le montage

a été prévu de façon qu'il soit possible d'avoir un enregistrement de la teneur en oxygène dissous, même si l'on effectue en même temps une mesure de température. En effet, on peut simultanément lire sur le cadran de l'appareil la teneur en oxygène et enregistrer cette lecture ou bien, tout en enregistrant la valeur du taux d'oxygène, lire sur le cadran la valeur de la température (fig. 4).

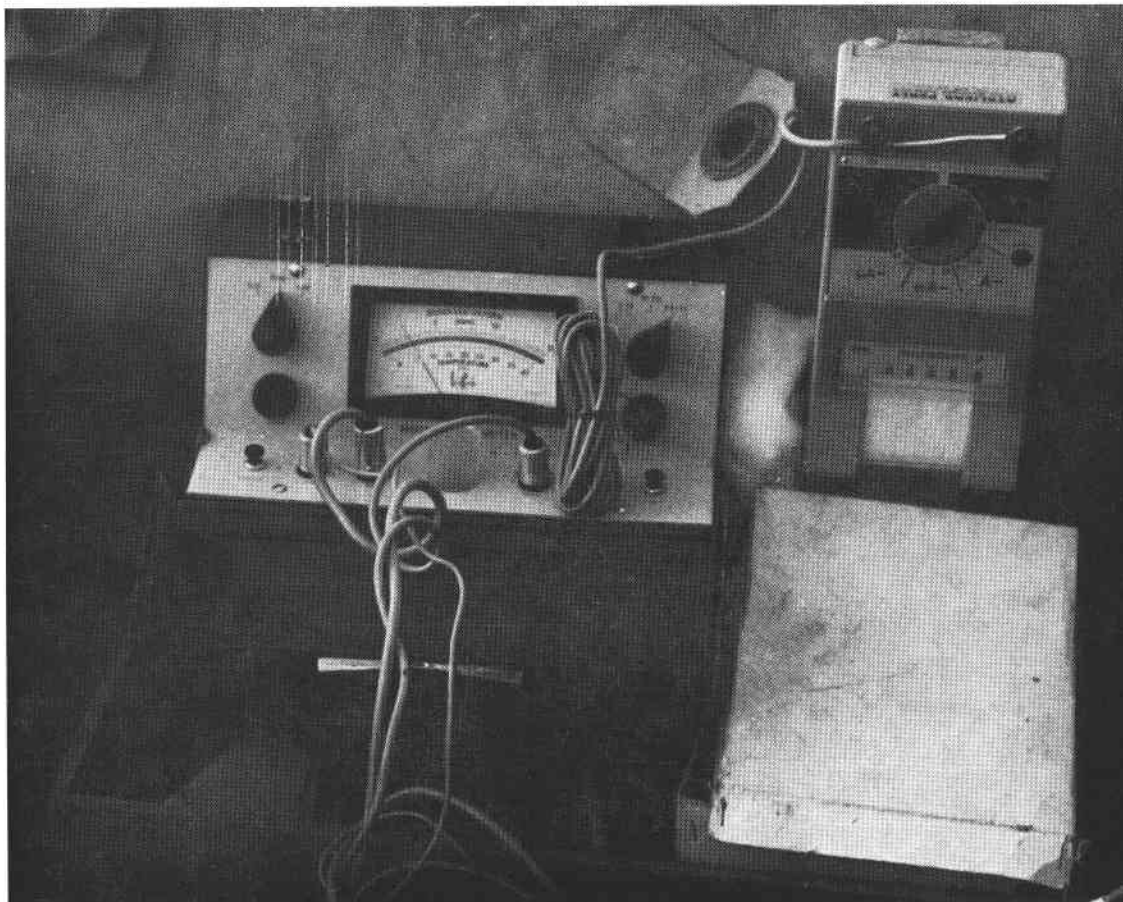


FIG. 4. — *L'appareillage en fonctionnement : on lit la température pendant que l'enregistreur note la teneur en oxygène.*

Un tel ensemble portatif et autonome monté sur un simple plateau de bois peut être aisément transporté sur le terrain et facilement embarqué (fig. 5). On peut alors effectuer facilement soit des mesures de longue durée en un même lieu, soit des mesures réparties dans l'espace pour obtenir en un temps minimum la physionomie d'une zone étendue.

La seule précaution à prendre est d'assurer un renouvellement constant de l'eau qui se trouve en contact avec la membrane ce qui se fait d'ailleurs automatiquement lorsque l'on se déplace. Pour les mesures à poste fixe il convient simplement d'agiter constamment la sonde ou d'utiliser une électrode spéciale munie d'une petite turbine actionnée par un moteur et provoquant ce renouvellement. Grâce à l'enregistrement, cette méthode permet à un seul opérateur de contrôler des surfaces très étendues. La vitesse de déplacement ne doit pas excéder 5 à 6 km/h sinon des turbulences apparaissent au niveau de la sonde et rendent la mesure moins précise.

Une carte des teneurs en oxygène dissous dans l'étang de Mauguio a été établie au moyen de cette technique en 1968.

### III. — Carte des teneurs en oxygène des eaux de l'étang de Mauugio.

#### 1. Mode opératoire.

La température des eaux était, à l'époque et aux heures où nous opérons, voisine de celle de l'air ambiant. Elle était pratiquement la même sur toute l'étendue de l'étang. Dans ces conditions il n'a pas été nécessaire de débrancher la sonde de température pour la remplacer par une résistance fixe comme cela est recommandé lorsque l'on effectue un tarage de l'appareil sur l'air ambiant. La

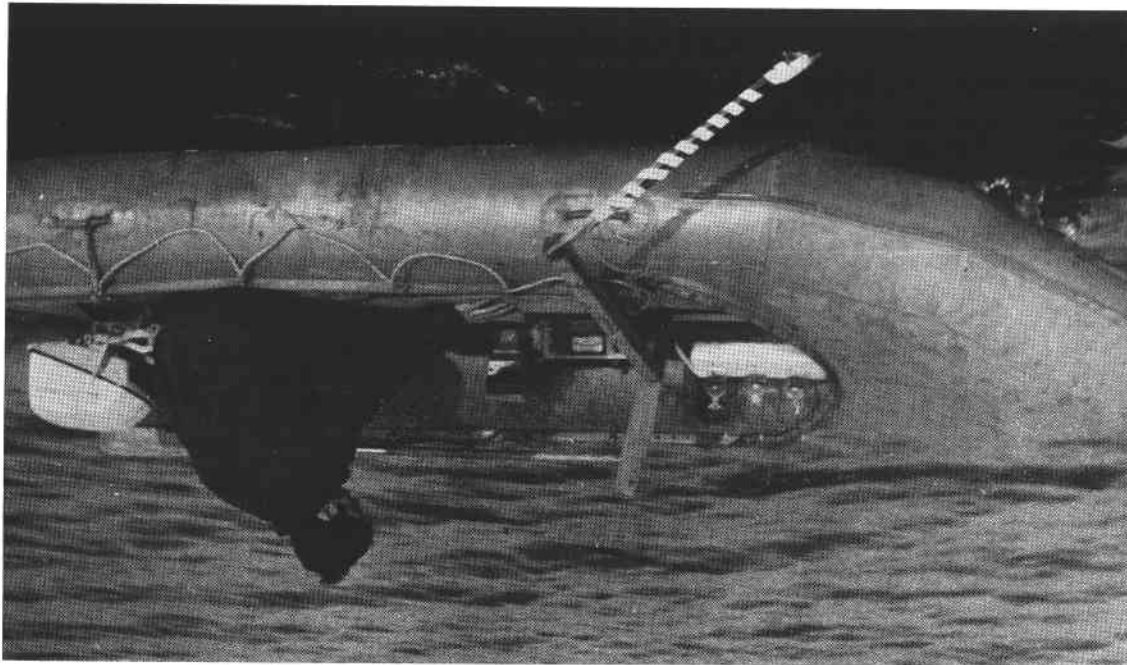


Fig. 5. — En action : enregistrement des teneurs en oxygène dissous.

vitesses de déplacement est de l'ordre de 4 à 5 km/h, celle de déroulement du papier de l'enregistreur de 240 mm/h. Le temps de réponse du galvanomètre de l'enregistreur est de 5 secondes et la distance minimale sur laquelle il était possible d'enregistrer des variations dans la teneur en oxygène de 5 à 6 m. Pour permettre de repérer d'une manière précise les lieux d'observation nous avons effectué un balisage serré de l'étang au moyen de piquets dont la position fut située en utilisant des amers. Les écarts latéraux par rapport au trajet sur la carte n'excèdent pas dix mètres. La mise en place des balises a pu être réalisée grâce à l'aimable et efficace collaboration des services des Ponts et Chaussées. La figure 6 donne la répartition des balises et les teneurs enregistrées les 3 et 7 août. Avant d'aboutir au tracé de la carte donnée plus loin, de nombreuses observations ont été effectuées au cours d'essais réalisés durant le mois de juillet 1968 pour définir les meilleures conditions de travail.

#### 2. Résultats des observations.

Ces travaux ont permis de faire trois principales remarques.

- a) Lorsque les mêmes conditions atmosphériques se maintiennent pendant plusieurs jours consécutifs il y a permanence des zones polluées même à d'assez grandes distances des points de rejets.
- b) Pendant la journée, la fonction chlorophyllienne modifie profondément la valeur du taux d'oxygène surtout dans les zones riches en algues. Dans ces conditions on a pu constater que les

zones de pollution maximale ne coïncident avec celles où le taux d'oxygène est minimum que si l'on opère dans les deux ou trois premières heures de la journée.

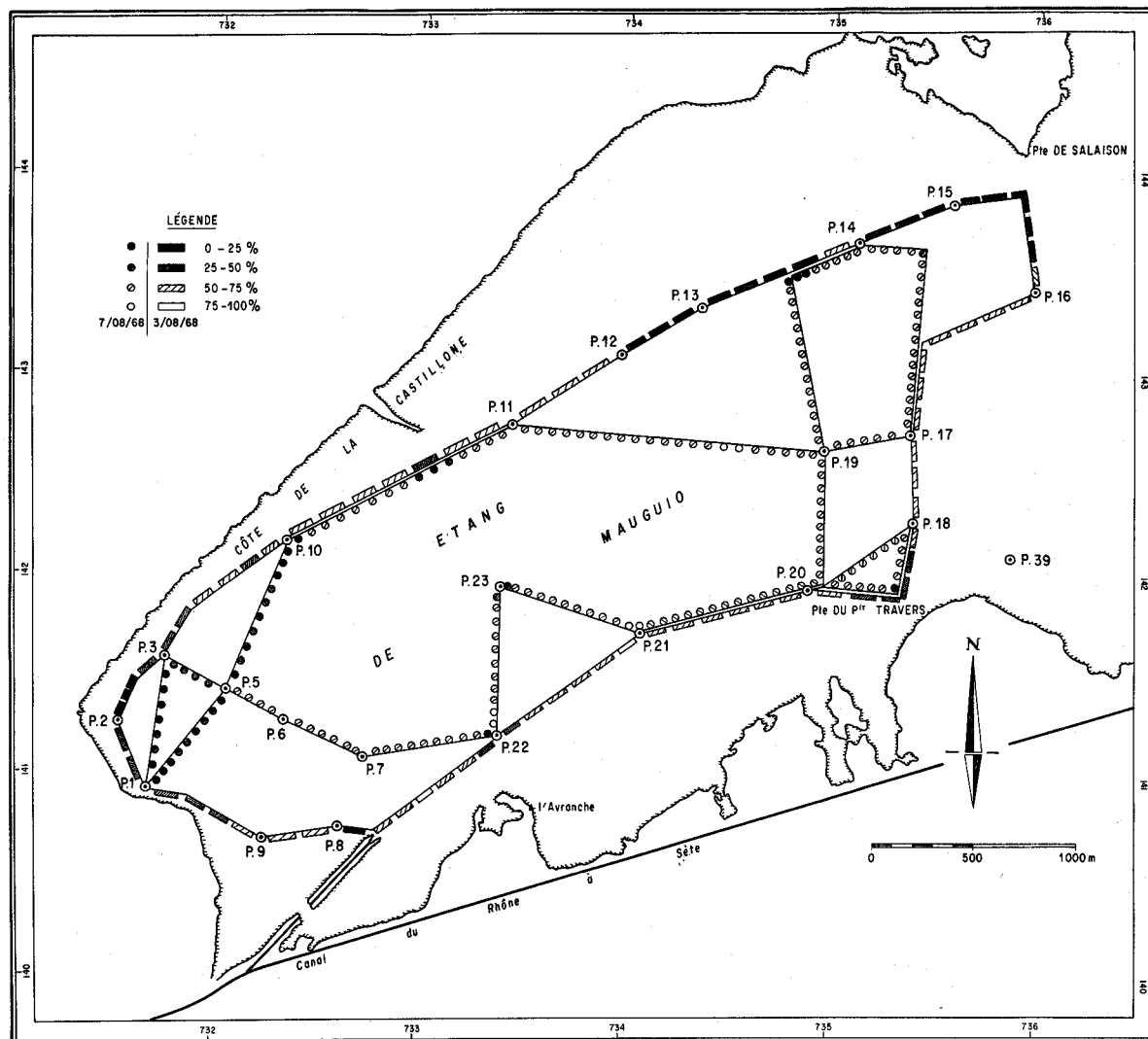


FIG. 6. — Répartition des stations et teneurs en oxygène dissous enregistrées les 3 et 7 août pour la partie sud de l'étang de Mauguio.

c) Les variations de salinité qui se situent entre 13 et 25 ‰ peuvent conduire à des résultats inexacts. Mais, dans ce cas, les différences entre la lecture de l'appareil et la valeur vraie de la teneur en oxygène ne dépassent jamais 10 %.

Précisons que la correspondance entre les valeurs données par l'appareil et le dosage de l'oxygène par la méthode de JACOBSEN (1) est excellente.

### 3. Etablissement de la carte.

L'ensemble des observations réalisées au cours du mois de juillet fut concrétisé par une carte obtenue en deux sorties de deux heures environ faites les 3 et 7 août 1968. Le dépouillement de

(1) Dosages effectués par l'I.S.T.P.M. Laboratoire Sète.

l'enregistrement a permis d'avoir les teneurs exactes en oxygène tout le long du trajet suivi. En s'aidant de quelques observations complémentaires il a été possible d'établir la carte donnée dans la figure 7. Cette carte présente, non seulement les données enregistrées, mais encore le résultat



FIG. 7. — Carte de la répartition des pourcentages de saturation en  $O_2$  dissous début août 1967 pour la partie sud de l'étang de Mauguio. 1 : 0 à 25 %, 2 : 25 à 50, 3 : 50 à 75 et 4 : 75 à 100 %; dans chacun des cas, le trait plein correspond aux mesures effectives, le pointillé aux résultats d'interprétation.

d'interprétation. Pour éviter toute confusion ces deux catégories d'observations sont figurées d'une manière différente. En examinant les dimensions de l'étang on se rend compte qu'un tel travail n'aurait jamais pu être envisagé si l'on n'avait disposé que de la méthode chimique.

**Conclusion.** Cette technique se révèle sans égale comme moyen rapide de détection des zones polluées. Elle peut certainement permettre de prévenir les accidents dus à une baisse brutale du taux en oxygène. Elle apportera aussi de précieux renseignements chaque fois qu'une évolution dans le temps d'un taux en oxygène sera à observer.

Nous espérons qu'elle contribuera à une meilleure connaissance des conditions de vie dans les étangs et permettra ainsi d'éviter leur dépeuplement complet certains étés.