

"CLUB DU TEMPS LIBRE"

Jeudi 25 mars 1982

Visite du Palais de la Découverte

Près de 100 adhérents du Cercle de Documentation et d'Information se sont rendus au Palais de la Découverte répartis en quatre groupes :

- le groupe A, d'une trentaine de personnes, avait pour thème : "l'électron et l'atome ; le magnétisme; l'émission lumineuse ; le laser". Son accompagnateur était Monsieur Lohner.
- le groupe B, avec Madame Eymar, de 30 personnes : "le cycle de l'eau ; l'action sur des minéraux ; les propriétés physico-chimiques de l'eau ; l'eau et la vie".
- le groupe C, 8 personnes avec Monsieur Sire, "la dissection de l'encéphale de Mouton ; le conditionnement ; l'apprentissage skinnérien chez les Pigeons ; l'électroencéphalogramme".
- le groupe D, de 29 personnes, avec Monsieur Labigne : "l'embryologie ; le développement embryonnaire du Poulet ; l'embryologie expérimentale ; la grossesse et l'accouchement".

.../...

G R O U P E A :

SALLE 18 - ELECTRICITE.-

Les sujets abordés furent nombreux ; nous en limiterons le nombre.

a.- L'effet photo-électrique (fig. 1).

A = ampoule de verre où règne le vide.

P = plaque métallique (cathode) reliée au pôle négatif d'une batterie B

G = grille reliée au pôle positif de la batterie.

Quand on éclaire l'ampoule les électrons libres de la plaque la quittent et se précipitent sur la grille G.

Le milliampèremètre M signale l'existence d'un courant d'intensité  $i$  dont le sens est donné par la flèche  $f$ .

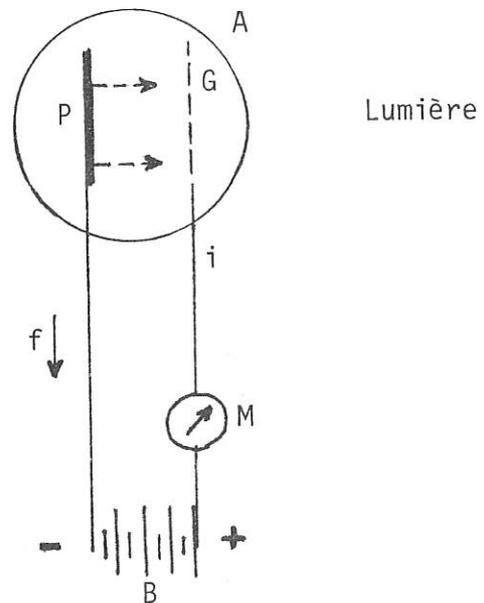
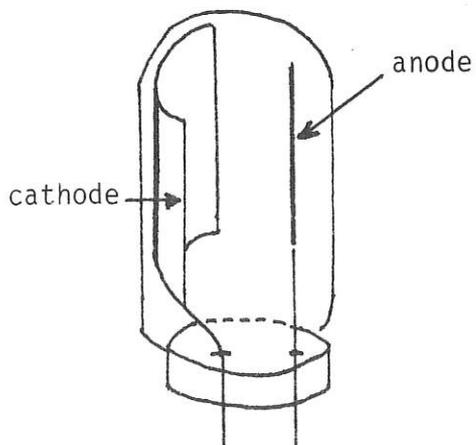


Fig. 1.- Effet photo-électrique

b.- La cellule photoélectrique que nous connaissons tous dans la commande automatique de l'ouverture des portes de certains magasins, dans le fonctionnement de certains posemètres pour déterminer le temps de pose pour une ouverture donnée du diaphragme ou inversement, pour la commande de l'éclairage des rues à la tombée du jour, etc ...



- la cathode est une couche de potassium, ou de césium, déposée sur le verre de l'ampoule.

- l'anode est filiforme.

La cellule transforme les variations d'intensité lumineuse en des variations d'intensité de courant.

Fig. 2.- Cellule photo-électrique

c.- L'effet cathodique (fig. 3).

Dans un tube où la pression a été amenée à 0,01 mm de mercure, où figurent une cathode C plane et une anode A, entre lesquelles on établit une différence de potentiel de l'ordre de 10.000 volts, un faisceau cylindrique d'électrons est émis, en ligne droite, par la cathode. Là où les rayons cathodiques d'électrons rencontrent la paroi de verre, on voit apparaître une tache fluorescente.

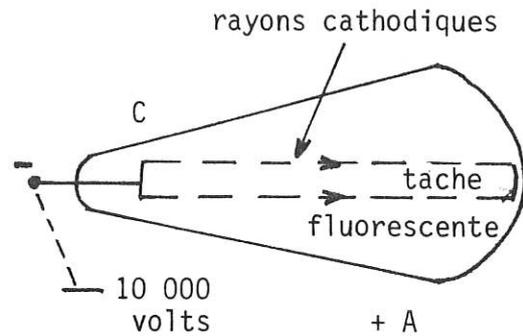


Fig. 3.- Effet cathodique.

d.- La mécanique des faisceaux d'électrons.

Un faisceau d'électrons, porteurs de charges négatives, se comporte comme un courant électrique ; il peut donc être dévié par des champs électriques et magnétiques.

C'est ce qui se passe dans le tube des téléviseurs ; en voici un très simple schéma (fig. 4).

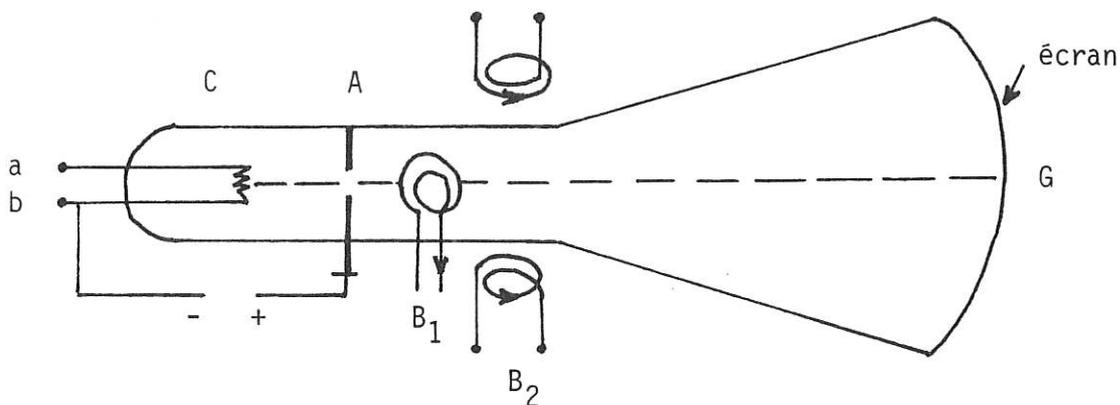


Fig. 4.- Schéma d'un tube de téléviseur.

Le filament C, chauffé, émet des électrons ; c'est une cathode. A est une anode qui accélère la vitesse des électrons.

$B_1$  et  $B_2$  sont des bobines qui créent les champs perturbateurs :  $B_1 - B_2$  provoquent des déviations verticales et horizontales du faisceau cathodique.

Dans le microscope électronique (fig. 5) on utilise, au lieu de la lumière, des faisceaux électroniques ; les lentilles de verre sont remplacées par des lentilles bobinées.

Les électrons sont émis par une cathode incandescente ; accélérés et concentrés par la lentille magnétique  $B_1$  sur l'objet à examiner. Les rayons électroniques inégalement absorbés sont rassemblés par l'objectif  $B_2$  en une première image agrandie. Le système  $B_3$  en donne une nouvelle image très agrandie sur un écran fluorescent

(que l'observateur peut examiner) ou sur une plaque photographique.

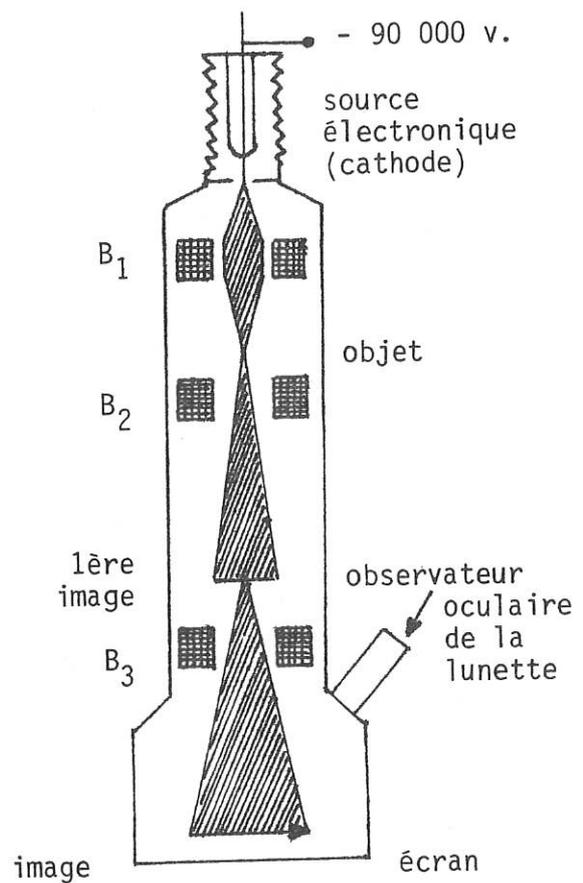
On peut atteindre un grandissement de 1 000 000.

$B_1$  = lentille de condenseur magnétique

$B_2$  = objectif magnétique

$B_3$  = lentille de projection magnétique

Fig. 5.- Microscope électronique magnétique (bobines)



e.- Emission de rayons X (fig. 6).

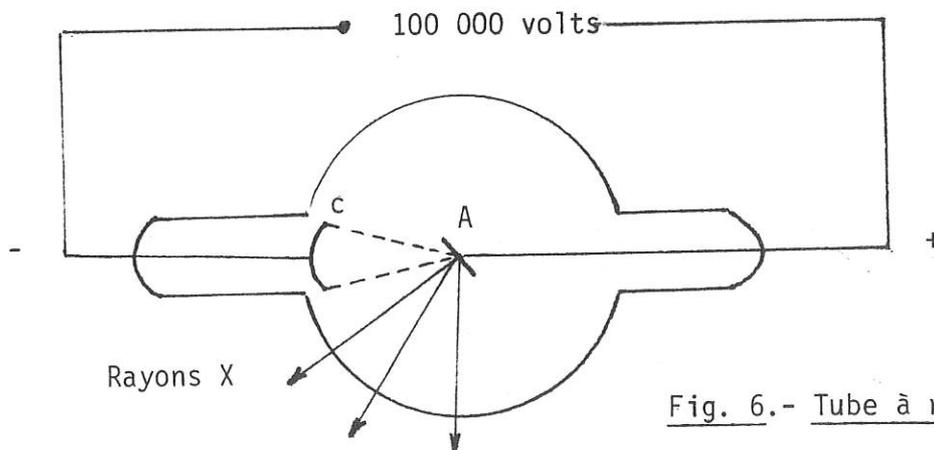


Fig. 6.- Tube à rayons X.

Dans le tube la pression est de l'ordre de 0,01mm de mercure. La cathode C est concave et fait converger les électrons sur l'anticathode A qui sert en même temps d'anode.

Entre C et A la différence de potentiel est de l'ordre de 100.000 volts.

L'anticathode A, en tungstène, sous le choc des électrons émet des rayons X.

Ces rayons qui ne sont déviés ni par un champ électrique, ni par un champ magnétique, ne sont pas formés de particules électrisées; ils sont formés d'ondes électromagnétiques, comme la lumière.

Leurs longueurs d'onde sont comprises entre  $0,05 \text{ \AA}$  et  $20 \text{ \AA}$   
( $\text{\AA} = \text{angström} = 1/10\ 000\ 000 \text{ m} = 1/10\ 000 \text{ millième de mm}$ .)

#### Propriétés :

La propriété la plus importante des Rayons X est de traverser la matière; mais cette traversée est accompagnée d'une absorption qui dépend en particulier de la nature de la substance traversée: les os absorbent davantage que la chair. Sur un écran fluorescent, les os se détacheront donc en sombre par rapport à la chair. Ce sera l'inverse si on substitue une plaque photographique à l'écran fluorescent. On utilise donc les rayons X en radioscopie et en radiographie.

SALLE 19 - Cette salle est presque uniquement réservée au MAGNETISME.-

Un aimant formé par un barreau d'acier attire la limaille de fer à ses deux extrémités : les pôles (fig. 1).

- Placé sous un carton saupoudré de limaille de fer, il déplace la limaille suivant des lignes qui vont d'un pôle à l'autre ; ce sont les lignes de force dont l'ensemble met en évidence le champ magnétique de l'aimant (fig. 2)

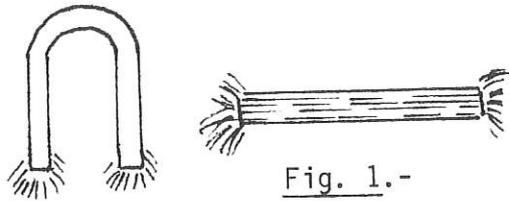
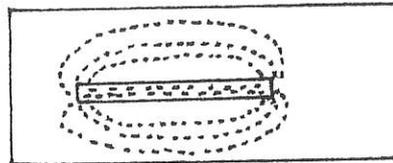


Fig. 1.-



Lignes de force

Fig. 2.-

- Si l'on casse un aimant en deux, chaque moitié forme un aimant complet avec deux pôles. On peut continuer l'opération, on n'arrivera jamais à isoler un pôle (fig. 3).

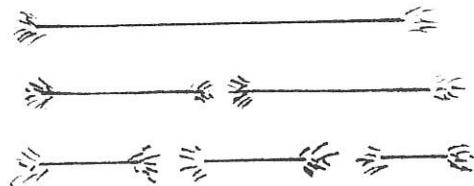


Fig. 3.-

- Ces pôles ont des noms contraires (fig. 4).

Si l'extrémité a attire la pointe Sud d'une boussole, on dira que a est un pôle Nord.

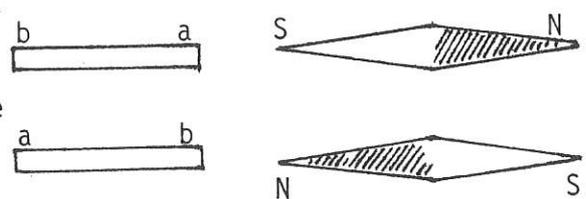


Fig. 4.-

Son autre extrémité b attirera le pôle Nord de la même aiguille ; on dira que b est un pôle Sud.

- Une tige de fer F plongée dans la limaille ne l'attire pas. Mise au bout d'un aimant, elle l'attire (fig. 5). Mais si on la sépare de l'aimant, la limaille attirée tombe. Son magnétisme était temporaire ; celui de l'aimant est permanent.

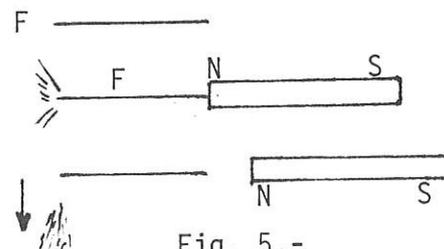


Fig. 5.-

## Expériences sur le champ magnétique d'un courant électrique.-

Un courant électrique crée autour du conducteur un champ magnétique qu'on peut mettre en évidence avec, par exemple, une boussole.

L'intensité du champ est augmentée quand le conducteur est bobiné, en spires circulaires de même rayon, disposées sur un cylindre les unes à côté des autres et parcourues par le même courant dans le même sens ; on bobine en général plusieurs couches de fil enroulées toutes dans le même sens.

Une telle bobine, appelée solénoïde, a les mêmes propriétés qu'un aimant permanent d'acier (fig.6).

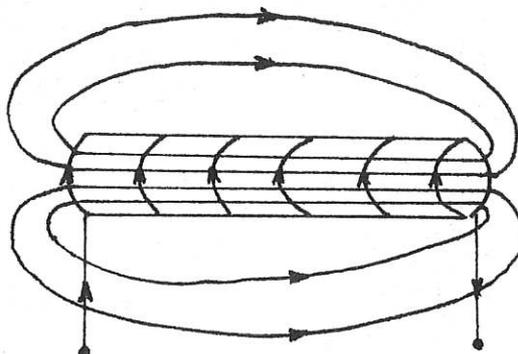


Fig. 6.-

Dans un solénoïde il existe un champ magnétique à l'intérieur du bobinage.

L'intensité du champ magnétique est considérablement augmentée si l'on introduit à l'intérieur du solénoïde des tiges ou un cylindre de fer doux ; on a ainsi un électro-aimant, tel celui qui actionne certaines sonneries électriques à trembleur.

Des expériences ont été présentées en utilisant le champ magnétique d'un courant de très forte intensité (fig. 7).

Si dans le champ magnétique vertical d'un électro-aimant puissant on place un anneau de cuivre, cet anneau saute en l'air ; au moment de l'établissement du champ, des courants induits se sont établis dans l'anneau créant un champ magnétique qui s'oppose au premier : le flux induit tend à s'opposer à la variation du flux inducteur.

## Polarisation de la lumière (dans la salle consacrée au magnétisme !)

Nous savons déjà que la lumière est formée d'ondes électromagnétiques (une conférence a été donnée au Cercle le 9 décembre 1980).

Elle a un caractère vibratoire ; les vibrations périodiques sont transversales par rapport à la direction de propagation ; mais elles n'ont aucune direction privilégiée ; on peut dire qu'elles se font tout autour de la direction de propagation.

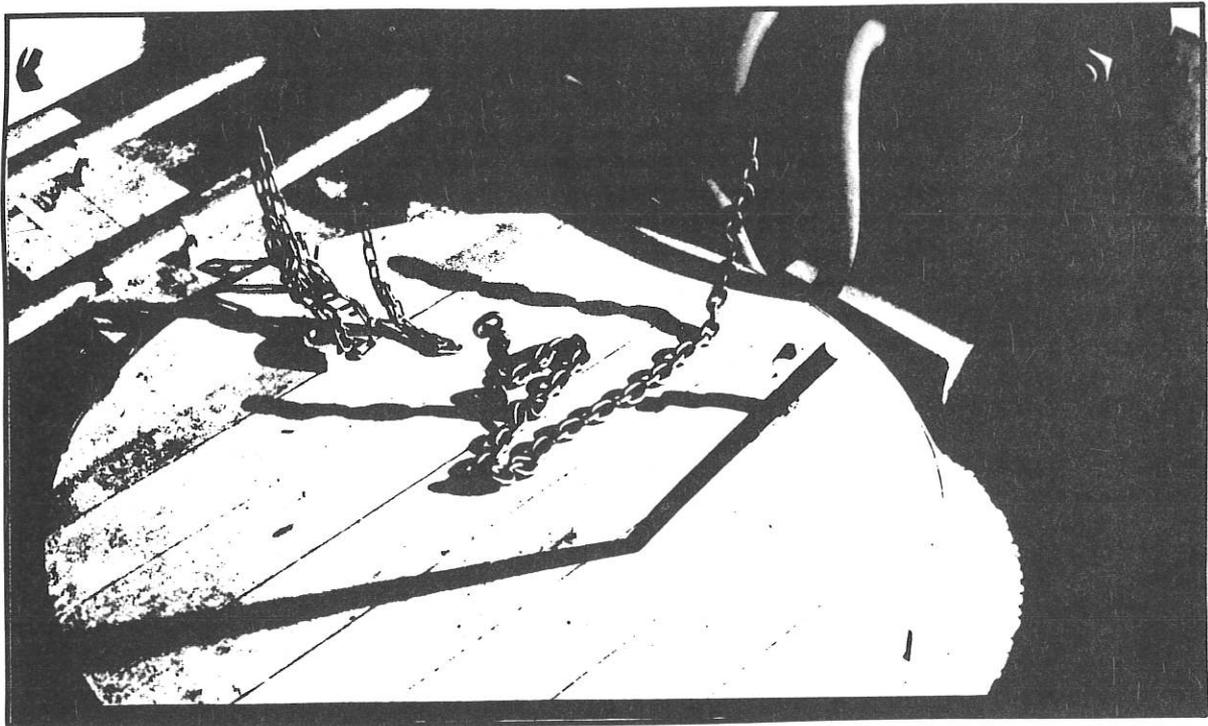


Fig. 7.- Champ magnétique d'un courant intense

Le courant, d'intensité 35 000 ampères, passe dans trois conducteurs formant un circuit rectangulaire. Le champ magnétique est si intense que les chaînes et la tige d'acier se dressent verticalement.

Mais on peut, en utilisant convenablement des miroirs, des cristaux, les polaroïdes du commerce, contraindre ces vibrations à ne se faire que dans un seul plan dit plan de vibration. La lumière ainsi obtenue est dite polarisée, le plan de polarisation étant perpendiculaire au plan de vibration. (fig. 8).

Le dispositif qui a servi à polariser la lumière s'appelle le polariseur.

Si sur le trajet de la lumière polarisée on place un appareil identique au polariseur, mais mis en croix, la lumière ne passe plus : les vibrations sont bloquées (fig. 9).

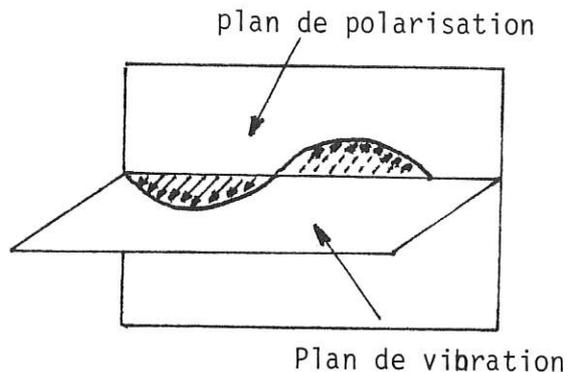


Fig. 8.-

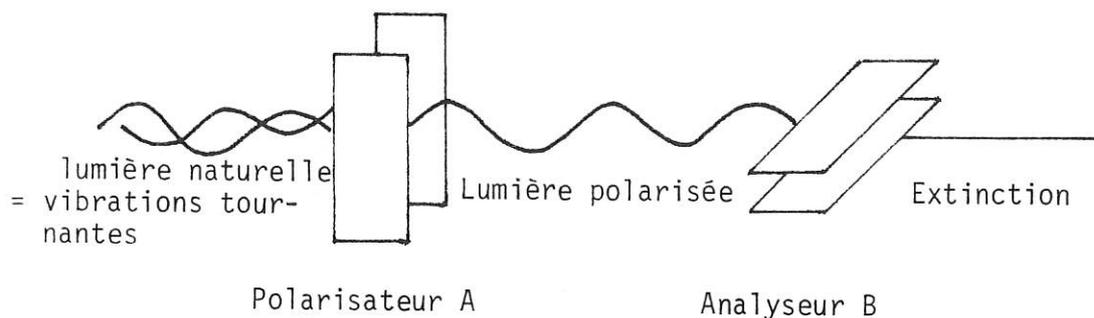


Fig. 9.- Polarisation : analogie mécanique

Les planchettes verticales A ont polarisé la lumière. Les planchettes B laissent passer la lumière polarisée quand elles sont verticales ; elles l'éteignent quand elles sont horizontales.

SALLE 39.- La salle 39 est réservée à des expériences concernant l'optique et la lumière.

A.- La lumière blanche, celle du Soleil par exemple ou d'un arc électrique.

a.- Dispersion : La fente horizontale très fine S est éclairée par cette lumière ; une lentille L en donne une image S' sur un écran (fig. 1).

Après la lentille, on interpose un prisme de verre d'arête A horizontale. S' disparaît.

Sur un écran déplacé vers la base du prisme on reçoit une bande colorée R.V. qui s'étale du rouge, le moins dévié, au violet le plus dévié, le jaune J se situant entre R et V.

La bande colorée s'appelle spectre de la lumière utilisée ; la lumière a été décomposée en plusieurs couleurs sans aucune démarcation nette entre elles.

La lumière blanche est formée de la superposition d'une infinité de couleurs comprises entre le rouge et le violet.

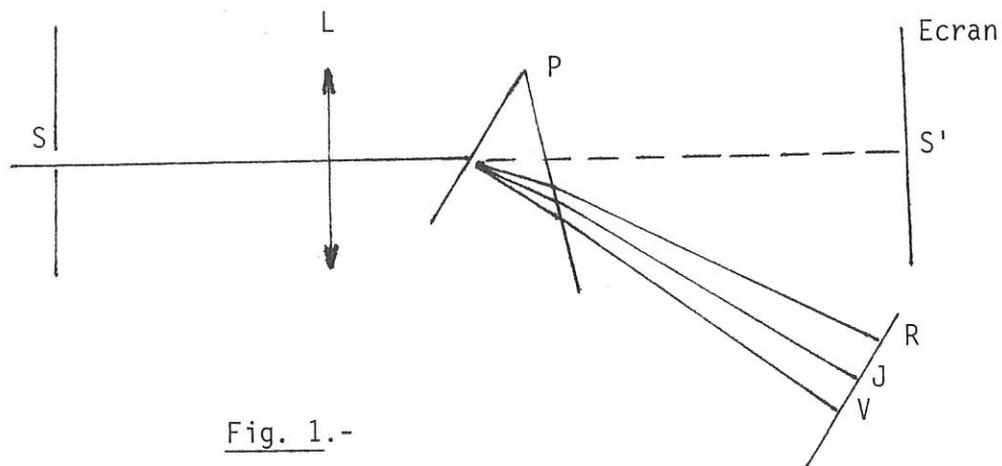


Fig. 1.-

b.- Synthèse de la lumière blanche ; expérience de Newton. Un disque de carton (fig. 2) est partagé en secteurs égaux peints suivant les couleurs fondamentales du spectre. On le fait tourner rapidement. Les couleurs qui défilent devant l'oeil se superposent sur la rétine. L'impression d'ensemble est celle du blanc (blanc grisâtre plus exactement).

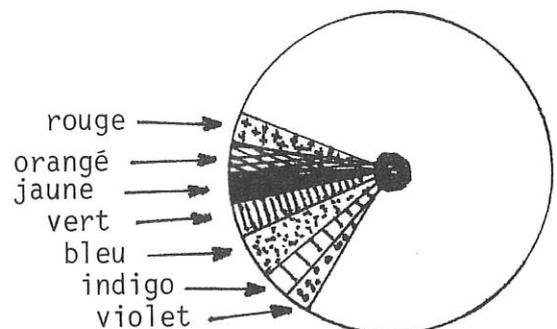


Fig. 2.- Disque de Newton.

La lumière blanche n'est donc pas une lumière homogène puisqu'elle est composée d'un nombre considérable de vibrations électromagnétiques qui ont des longueurs d'ondes différentes ; par exemple :

- . pour le rouge =  $8/10.000$ e de mm.
- . pour le violet =  $4/10.000$ e de mm.

Comme toutes ces vibrations se propagent avec la même vitesse, voisine de 300 000 Km à la seconde, il en résulte que leurs fréquences (= nombre de vibrations à la seconde) varient, des plus grandes vers le violet, aux plus basses vers le rouge.

#### B.- La lumière monochromatique.-

- a.- Une lumière monochromatique, par contre, est composée d'ondes de même fréquence ou de même longueur.

La lumière rouge ne comprend que des ondes de  $8/10.000$ e de mm.

Elle est homogène.

- b.- Dans le laser une nouvelle propriété de la lumière apparaît : la cohérence.

Toutes les ondes sont certes de même fréquence mais, en outre, elles sont en concordance de phase rigoureuse (fig.3).

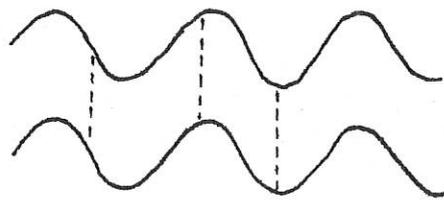


Fig. 3.- Schéma des ondes d'une  
lumière monochromatique  
homogène et cohérente.

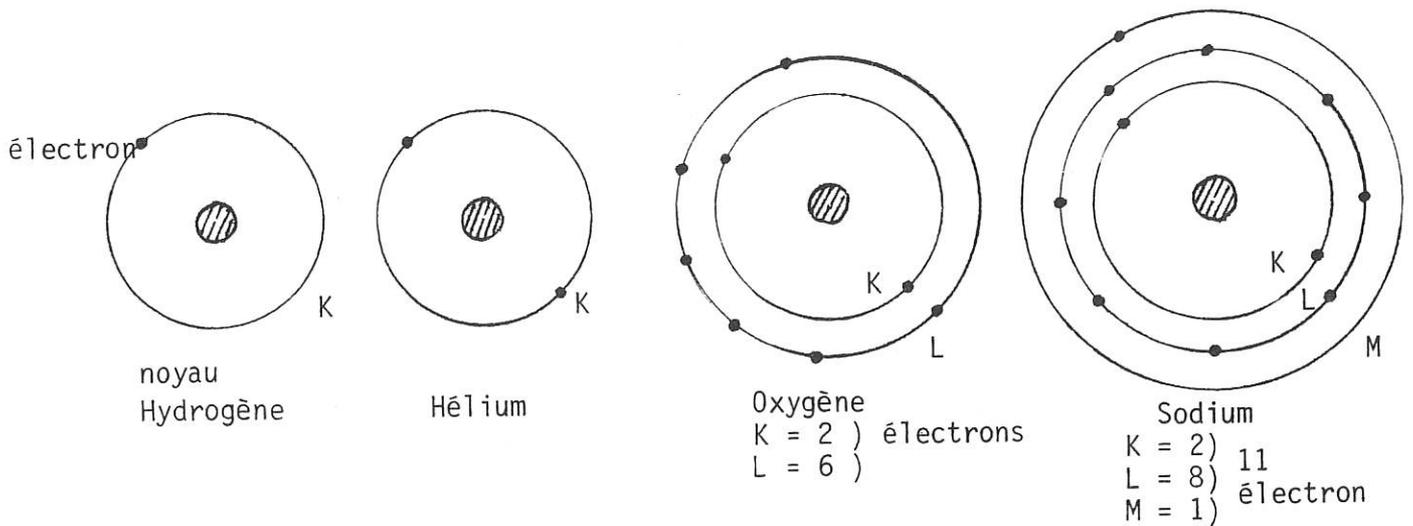
De ce fait le faisceau reste très parallèle et s'écarte peu de son axe ; envoyé sur la Lune, à 400 000 Km de la Terre, il n'éclaire la Lune que sur quelques centaines de mètres.

Une telle cohérence est dite dans l'espace.

C.- L'atome.-

Les vibrations lumineuses résultent de l'excitation de l'atome.

- Structure de l'atome (fig. 4).



L'atome comprend :

- . Un noyau,
- . et des couches d'électrons ; chaque couche ne peut comporter au maximum qu'un nombre déterminé d'électrons :

$$K = 2 \quad L = 8 \quad M = 18 \quad N = 32 \quad O = 18 \quad P = 8$$

- Lorsque les électrons sont dans leur position normale sur les couches électroniques, l'atome ne "rayonne" pas : son énergie est stationnaire.
- L'atome peut être "excité" sous l'action du choc d'un corpuscule, sous l'action d'un champ électrique intense ... Un ou plusieurs électrons passent alors d'une couche à une couche plus externe ; ce passage exige qu'on fournisse à l'atome une certaine énergie. C'est un état instable.

Lorsque les électrons reprennent leurs places normales, l'atome restitue sous forme rayonnante (lumineuse, par exemple) l'énergie qu'il avait reçue.

La production de lumière est ainsi discontinue et irrégulière : elle est incohérente.

Dans le laser, on rendra cette lumière cohérente.

D.- Le laser.- (à ne pas confondre avec le maser). Le nom vient de Light amplification by stimulated emission of radiations. La construction de l'appareil date de 1960.

Le laser est un dispositif qui permet de produire et d'amplifier un rayonnement électromagnétique à partir d'électrons qui restent liés à leurs atomes, lesquels jouent alors le rôle de réservoirs d'énergie emmagasinée dans leurs électrons et ensuite récupérée sous forme de photons ou quanta d'énergie électromagnétique (ondes électromagnétiques).

Considérons un modèle d'atome très simple, (fig. 5) avec deux orbites électroniques, soit deux niveaux d'énergie, un niveau fondamental  $E_1$  et un niveau supérieur  $E_2$  qui est celui d'une orbite extérieure à la première. Un photon de lumière monochromatique par son énergie peut faire passer un électron du niveau  $E_1$ , au niveau  $E_2$ . L'énergie de l'atome est augmentée.

Il est dit alors en état excité, état instable.

L'électron spontanément peut retourner au niveau fondamental  $E_1$  et émettre un photon, un rayonnement dont la fréquence est proportionnelle à l'énergie mise en jeu. C'est ce qui se passe dans une lampe à incandescence allumée.

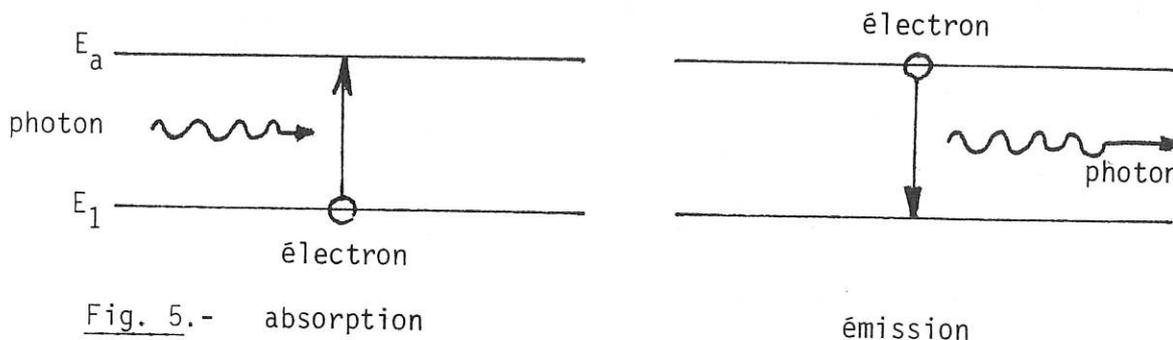


Fig. 5.- absorption

émission

Mais si un atome excité reçoit un photon de même énergie, on obtient alors, en plus du photon incident, un autre photon de même longueur d'onde et en phase avec le premier : c'est l'émission stimulée (fig. 6). L'onde résultant de l'addition des deux ondes a même fréquence, mais son amplitude est plus grande : il y a eu amplification.

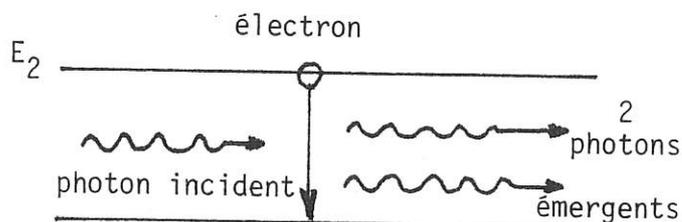


Fig. 6.- Représentation schématique de l'émission stimulée.

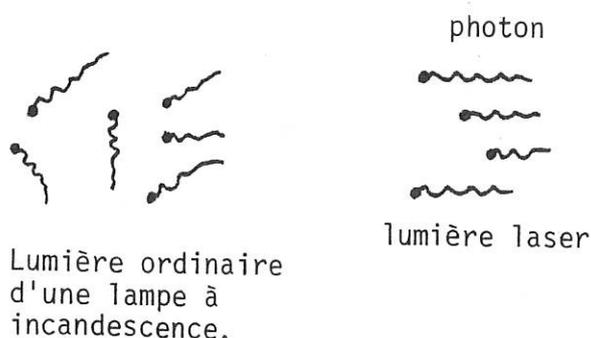


Fig. 7.-

Si les photons émergents rencontrent d'autres atomes excités, il y aura émission de nouveaux photons de même phase ; au fur et à mesure de sa propagation, l'onde incidente engendrera une cascade d'émissions stimulées et se trouvera fortement amplifiée. C'est une émission en chaîne d'un grand nombre de photons sous l'action d'un seul dans un milieu contenant un nombre convenable d'atomes excités.

On obtient ce résultat en utilisant une boîte réflectrice (fig. 8) dans laquelle l'onde se déplacera d'une paroi réfléchissante à une autre en traversant, à chaque réflexion, le milieu des atomes excités. (par exemple un cristal de rubis dans lequel les atomes excités sont des atomes de chrome disséminés dans de l'alumine (longueur = 4 cm, diamètre = 5mm)).

L'onde incidente verra son énergie s'accroître ; à un certain moment sa valeur sera telle qu'elle traversera le miroir semi-transparent.

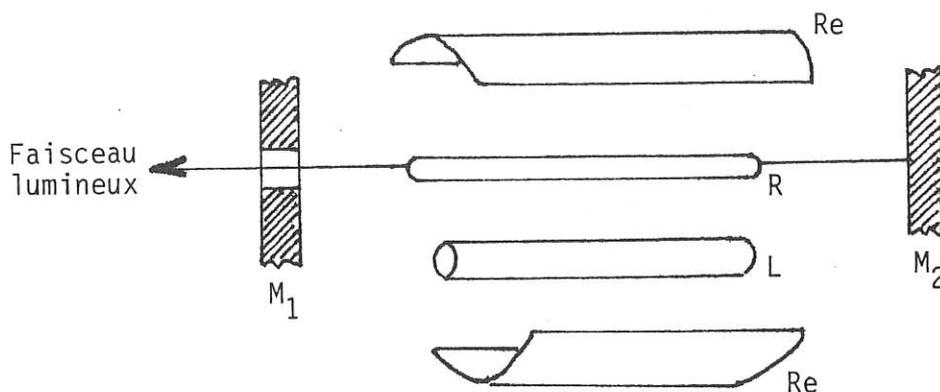


Fig. 8.- Schéma d'un laser à rubis.

- R : rubis
- M<sub>1</sub> : miroir semi-transparent
- M<sub>2</sub> : miroir
- L : lampe flash, avec ses réflecteurs Re, dont les éclairs effectuent le "pompage" des électrons.

Par suite des réflexions successives sur les miroirs, le nombre des photons devient considérable ; quand le faisceau a atteint une valeur suffisante il sort par la face semi-transparente.

On obtient un faisceau à chaque décharge du flash.

Propriétés du faisceau :

- 1.- grande intensité : 10 000 fois celle du soleil.
- 2.- lumière rigoureusement monochromatique ; pour le rubis, la longueur de l'onde est de 6,943/10 000e de millimètre.

### Applications :

- Télécommunications,
- Mesure des distances avec grande précision,
- Usinage et soudage :
  - . perçage de trous dans des métaux très durs,
  - . soudure de pièces point par point.
- Transmission de l'énergie,
- Médecine :
  - . traitement de tumeurs vasculaires de l'oeil,
  - . décollement de rétine,
- Applications militaires :
  - . armes de destruction ; les journalistes ont appelé le rayon laser le "rayon de la mort",
- Industrie chimique,
- Nettoyage des oeuvres d'art,
- etc ...

Nous ne pouvons nous étendre sur ces applications de plus en plus nombreuses, et souvent sensationnelles.

## G R O U P E B :

### I.- FILM : SOURCE DE VIE.-

La vie, avec tout ce qu'elle a de merveilleux et de fragile, nécessite la présence de l'eau.

Il suffit de peu de choses pour que l'équilibre naturel soit rompu et que l'inexorable progression des terres arides se poursuive.

L'augmentation de la population humaine pose l'un des problèmes les plus graves. Pour la première fois de son histoire, l'homme se trouve devant une évidence ; les ressources en eau douce potable ne sont pas inépuisables et personne n'a le droit de les gaspiller. Mais pourtant, alors que cette vérité se fait jour dans un monde qui a conscience de ses limites, jamais la consommation de l'eau n'a été si grande car le développement de la civilisation lui est étroitement lié. A présent, il faut définir une politique de l'eau.

En France cette tâche a été confiée au Comité National de l'eau. Toute bonne gestion demande un inventaire des ressources, oeuvre de longue haleine. En premier lieu, il faut mesurer les quantités d'eau en place.

Sur les images, on voit surgir de l'eau des profondeurs de la terre par un siphon si profond que les hommes grenouilles n'ont pu atteindre sa limite. Les hydrologues mesurent le courant qui entraîne l'hélice d'un appareil en forme de torpille. Il s'agit de déterminer notamment les variations du débit, en relation avec les chutes de pluie qui, au loin, nourrissent la rivière souterraine.

Mais cette rivière qui surgit est un phénomène exceptionnel. Partout ailleurs, la plus grande partie des eaux de pluie qui pénètre dans le sol est emprisonnée et stockée en nappes souterraines. L'eau imprègne les roches poreuses protégées par des couches de terrain imperméables. Pour découvrir ces réserves importantes les géophysiciens utilisent, après études géologiques, tout un arsenal de moyens de prospection. L'étude sismique en est un très efficace. Les spécialistes de la Compagnie de prospection géophysique française disposent des charges explosives dans des trous ainsi que les capteurs qui vont recueillir les échos des vibrations provoquées par les explosions et renvoyés par les différentes couches de terrain. Les enregistrements reçus dans le camion laboratoire fournissent des données précieuses sur la nature et la disposition des couches géologiques.

Cependant, pour acquérir d'autres renseignements, le sondage est nécessaire (structure de la nappe). Parfois il faut descendre à grande profondeur et certains forages effectués en Arabie, au Sahara ont dépassé 1000 mètres.

Se basant sur l'ensemble de travaux d'évaluation et de prospection le Bureau de recherche géologique et minière prépare des cartes de la répartition des ressources en eau, indispensables aussi bien à l'implantation d'une cité nouvelle que d'une usine ou d'un complexe agricole.

Une fois les réserves potentielles connues, il faut aménager et utiliser rationnellement ce bien précieux.

Le meilleur moyen est de construire un réseau de barrages qui permet à la fois de faire des réserves, de régulariser les rivières, de produire du courant électrique, d'irriguer les terres agricoles et de fournir l'eau potable.

A cet égard les centres d'aménagement de la Durance, torrent alpin, autrefois impétueux, et parfois dévastateur, donne un bel exemple. Ce cours d'eau a été entièrement transformé par une cascade de barrages dont le plus grand et le plus puissant, situé en amont, est celui de Serre-Ponçon. Après avoir alimenté la centrale électrique, l'eau coule sur un terrain artificiel, parallèle au lit caillouteux et abandonné de la Durance. De barrage en barrage, pas une goutte d'eau ne se perd. De chute en chute, d'usine en usine, de marche d'escalier en marche d'escalier, l'eau arrive à son ultime étape marquée par la centrale de Saint-Chamas.

Elle fait tourner les turbines, et se déverse dans l'étang de Berre.

L'énergie produite a permis de développer l'électrification de la région et l'implantation d'usines dans une province qui dépérissait.

Les canaux d'irrigation ont fait naître, dans les terres autrefois desséchées, d'abondantes cultures maraîchères et fruitières.

Tout un système de pompes et de vannes permet une distribution régulière.

L'eau, quelque temps après, coule dans le beau paysage méditerranéen.

De petites retenues d'eau, ici et là, sont prévues pour être utilisées localement en cas de sécheresse.

Ailleurs, des exploitations rationnelles plus larges, des fermes de Provence et du Languedoc, ont été possibles à la construction d'un nouveau réseau d'irrigation utilisant les techniques les plus perfectionnées de pompage et de distribution. Ces entreprises, à l'échelle d'une des plus grandes régions du midi de la France, intéressent près de 600.000 hectares.

Il faut soulever ici un autre problème : cette eau pure, qui est un bien commun comme le soleil ou l'air, nul n'a le droit de la dénaturer ou de la gaspiller. Et pourtant notre civilisation de grande consommation rejette des quantités toujours plus grandes de déchets. Des rivières ne sont plus que des égouts, polluées comme la Seine à Bougival. La nature ne parvient plus à jouer son rôle compensateur. Comme tout dans la vie se paie, la rançon de la pollution grandissante se trouve dans la recherche coûteuse de procédés permettant d'épurer l'eau nécessaire à l'alimentation des agglomérations.

Dans les laboratoires, biologistes et chimistes mettent ainsi au point des techniques pour éliminer les impuretés. Sur les images un procédé particulier est montré.

Le traitement chimique permet d'agglomérer les particules en suspension qui, grossies en flocons, viennent se déposer au fond et pourront ainsi être éliminées.

Les microorganismes, causes de maladies, seront détruits par différentes substances chimiques et par l'effet de l'ozone naissant produit par des décharges électriques.

Les installations du Mont-Valérien fournissent en eau potable toute la zone Sud-Ouest de Paris. Le flot (dérivation de l'Avre) arrive dans les bassins de ciment où il se décante ; puis il est filtré sur une couche de sable sous la surveillance des techniciens de la ville de Paris qui disposent de salles de commande perfectionnées. Le nettoyage des filtres est effectué par une injection d'air comprimé.

En fin de traitement l'eau bondit en cascades pour s'oxygéner avant d'être envoyée dans les robinets parisiens.

Mais les parisiens deviennent de plus en plus nombreux et débordent de la capitale. Il faut édifier des usines nouvelles autour de Paris pour fabriquer de l'eau pure aux quatre points cardinaux et satisfaire une demande qui atteint 500 millions de m<sup>3</sup> annuels pour Paris et sa banlieue. Plusieurs grandes firmes comme la Société Lyonnaise des eaux, la Compagnie Générale des eaux ... ont acquis une renommée mondiale dans la construction d'usines de traitement. Celle que l'on voit sur les images est la dernière en date, construite au Sud de Paris (voir compte rendu de la conférence en date du 22.3.80 et de la visite de la Station d'Orly le 7 Mai 1980).

Après pompage dans la Seine, l'eau sera stockée dans les bassins primaires, puis décantée, ensuite filtrée et traitée chimiquement selon les procédés vus en laboratoire.

L'action finale de l'ozone détruira tous les microorganismes sans conférer à l'eau un goût désagréable, point essentiel de l'opération.

Paris, comme toutes les grandes villes du monde, doit rejeter ses eaux usées et polluées.

Comme l'écrit Victor Hugo dans les Misérables, "on s'imaginerait Paris ôté comme un couvercle, le réseau souterrain des égouts vu à vol d'oiseau dessinerait sur les deux rives une espèce de grosse frange greffée au fleuve". Les égouts reçoivent tous les contrecoups de la croissance de Paris.

Chaque fois que la ville perce une rue, l'égoût allonge un bras. Tout ce fleuve, secrété par la Capitale, arrive à Achères au Nord-Ouest. Ce véritable bouillon de culture doit être traité et débarrassé de toutes ses impuretés.

Les plus grosses sont d'abord arrêtées par une grille.

Les impuretés plus fines seront filtrées, traitées et séparées de l'eau. Les bactéries sélectionnées éliminent les matières en suspension restantes.

L'épuration est facilitée par une oxygénation énergique. L'eau assainie est renvoyée à la terre. Le cycle de l'eau est bouclé. Devant l'ampleur du problème, il faut que chacun se conforme aux règles élaborées par le comité de l'eau dans le cadre de l'aménagement du territoire.

Une des règles fondamentales de cette véritable charte de l'eau est celle-ci : il est interdit d'évacuer de l'eau polluée industrielle, sans traitement préalable.

Les industriels traitent leurs eaux dans des stations individuelles leur permettant de les réutiliser, ceci afin de limiter le gaspillage.

Les progrès réalisés ne sont pas exclusivement français.

Ils s'imposent partout dans un monde bouleversé par la révolution industrielle et démographique. Les firmes françaises, qui ont acquis une grande expérience, sont sollicitées pour construire des stations d'épuration, effectuer des recherches d'eau sur tous les continents comme au Maroc par exemple, à Brazaville ou encore près de Bangkok. Mais parfois l'eau manque, aussi bien en surface qu'en profondeur. Il reste un espoir, le dessalement de l'eau de mer.

Cette réserve formidable est de 1330 millions de km<sup>3</sup> soit 2300 fois plus que toute l'eau douce.

Une centaine de procédés différents sont à l'étude dans le monde pour la mise au point d'une production massive d'eau dessalée dont le développement se heurte actuellement à son prix de revient prohibitif.

On utilise aussi la distillation ou encore la séparation par des résines.

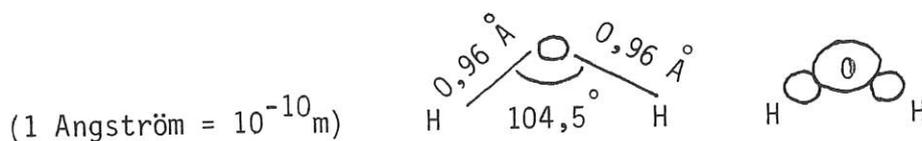
Mais toutes ces techniques ne serviraient à rien si, dilapidant leurs ressources, les hommes oubliaient de préserver la pureté de l'élément fondamental de la vie, cette eau nécessaire aux générations actuelles et futures.

## II.- CHIMIE MINERALE.-

### 1.- Electrolyse de l'eau.

Pour faire l'analyse de l'eau, il faut décomposer les molécules d'eau. L'électrolyse est un procédé utilisé en laboratoire.

Une molécule d'eau est composée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène.



Ces atomes sont liés par des forces d'attraction très fortes.

La molécule d'eau est très stable. Il faut chauffer l'eau à plus de 1500°C pour que les molécules se "cassent".

Dans le cas étudié ici, nous allons utiliser, comme énergie, l'électricité pour casser les liaisons.

Le montage représenté sur la figure 1 dans lequel se trouve une cuve à électrolyse a été utilisé par l'opératrice.

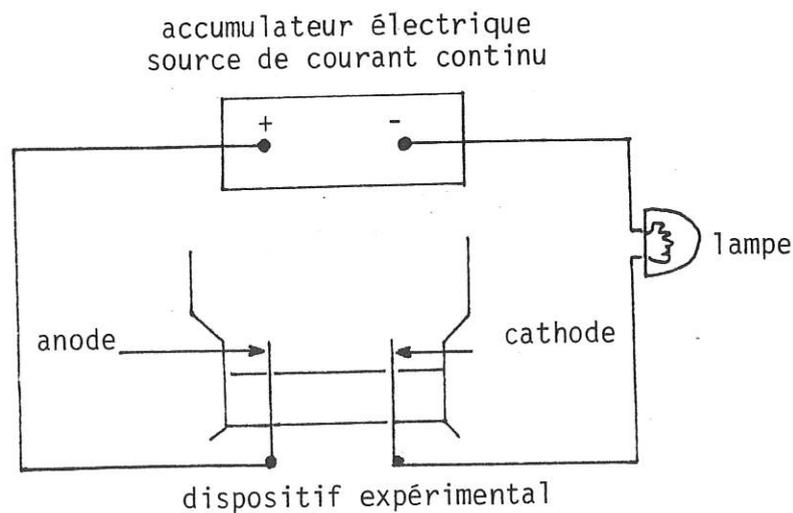


Fig. 1.-

Si nous versons de l'eau distillée dans la cuve, aucun phénomène ne se produit. Par contre si nous ajoutons à l'eau un peu de solution de soude, aussitôt la lampe s'allume et, simultanément, des bulles de gaz apparaissent sur chacune des électrodes, puis elles se détachent et s'élèvent dans le liquide.

On dit alors qu'un courant électrique circule dans le circuit et que le passage du courant dans l'électrolyseur s'accompagne d'un phénomène physico-chimique appelé électrolyse.

L'eau pure, qui ne se laisse pas traverser par le courant, est appelée un isolant électrique ; l'eau sodée un conducteur.

Recueillons les bulles gazeuses dans deux tubes à essais, préalablement remplis d'eau sodée et placés au-dessus des électrodes.

A chaque instant, le volume de gaz recueilli à la cathode est le double du volume gazeux recueilli à l'anode (fig. 2).

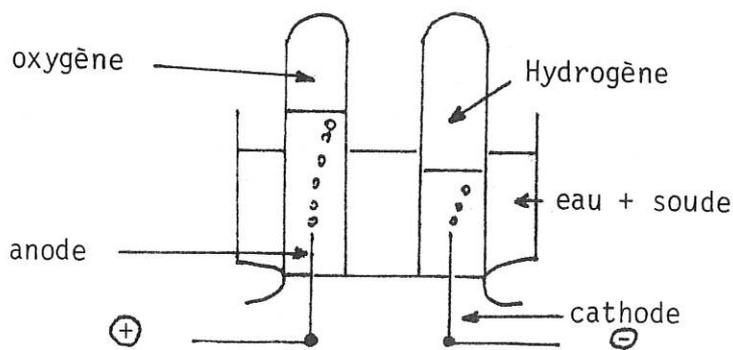


Fig. 2.- Electrolyse de l'eau sodée.

Sortons le tube qui coiffe la cathode lorsqu'il est rempli de gaz et présentons son ouverture à une flamme : nous entendons une légère détonation et nous voyons le gaz brûler avec une flamme pâle. Ce gaz est de l'hydrogène.

Faisons de même avec le tube qui coiffe l'anode : le gaz qu'il contient ne brûle pas mais un morceau de papier dont l'extrémité a été portée à l'incandescence s'enflamme dès qu'on l'introduit dans le tube. A ce caractère on reconnaît l'oxygène.

L'électrolyse décompose donc l'eau en oxygène et hydrogène.

## 2.- La contre-épreuve.

Sommes-nous sûrs que l'oxygène et l'hydrogène soient les seuls composants de l'eau ?

Par transvasement sur une cuve à mercure, remplissons une éprouvette d'un mélange constitué par un volume

d'oxygène et deux volumes d'hydrogène (fig. 3) puis présentons l'ouverture à une flamme.

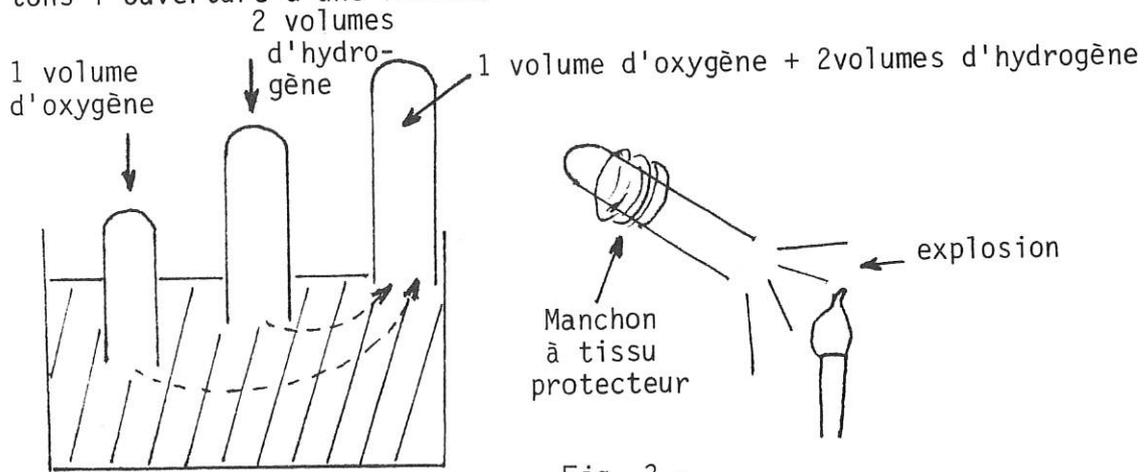


Fig. 3.-

Une violente détonation se produit. A la suite de celle-ci le contenu de l'éprouvette ne brûle plus, ni ne rallume plus un morceau de papier incandescent : l'hydrogène et l'oxygène ont disparu ; mais on observe, sur la paroi intérieure de l'éprouvette, une légère buée formée de fines gouttelettes d'eau pure. Ainsi, on peut obtenir de l'eau à partir d'oxygène et d'hydrogène.

### 3.- Conclusion.

#### a.- Hydrogène.

L'électrolyse est un procédé de préparation industrielle assez onéreux. On l'emploie dans les régions montagneuses où l'existence de chutes d'eau permet de produire l'énergie électrique à bon marché.

#### b.- Oxygène.

De nombreuses industries utilisent des quantités sans cesse croissantes d'oxygène ; il sert à alimenter les chalumeaux oxyacétyléniques (1400°) employés pour les soudages et les oxycoupages, et il intervient dans certaines opérations chimiques comme l'élaboration des fontes et des aciers. Certains complexes reçoivent de l'oxygène par des canalisations souterraines (oxyducs) directement issues des usines productrices (Air Liquide).

### III.- L'HYDROGEOLOGIE.

L'eau se présente de plusieurs façons. En altitude, elle est sous forme de neige qui s'accumule, forme des glaciers qui, plus bas, vont fondre, créer des torrents et alimenter des rivières.

L'eau de pluie, elle, va ruisseler et se regrouper en rivières, en fleuves, sur des zones imperméables en surface.

Lorsqu'on a à faire à des zones calcaires, il y aura infiltration, circulation souterraine. Ces eaux pourront ressortir.

Lorsque la roche est très poreuse (sables, grès ...) il y aura infiltration, circulation souterraine soit librement, soit sous pression (nappe captive).

Grâce aux nombreuses diapositives nous avons pu voir les différentes précipitations, les types d'érosion, les profils en long des rivières, les problèmes d'infiltration dans un massif karstique (calcaire) et enfin les nappes souterraines.

#### a.- Phénomène d'érosion.-

- La principale action de l'eau en amont d'un cours d'eau est une action érosive. Lors d'une précipitation, les courants d'eau vont entraîner avec eux, une certaine quantité de particules. C'est l'érosion.

Dans la partie moyenne, il y a le transport.

Dans la partie inférieure, le cours d'eau n'a plus assez d'énergie pour transporter les éléments. Il y aura dépôt, et sédimentation. Tous les éléments arrachés en amont se retrouvent en bas.

Ce travail peut se faire à petite échelle ou à très grande échelle (Colorado).

- L'action régressive c'est à dire l'érosion de l'aval vers l'amont peut modifier totalement le paysage. Il peut y avoir capture de rivières par une autre.

- On passe ainsi d'un relief initial à un relief mature où les éléments arrachés aux sommets s'accumulent dans la plaine, et enfin à un stade de vieillesse où le niveau de la plaine sera réhaussé.

- Dans la zone en amont l'érosion mécanique va primer. On observera des gorges, des cascades.

- Dans ces phénomènes d'érosion, le sous-sol joue également un grand rôle.

L'activité des rivières a donc tendance à gommer les reliefs et à combler les creux. On aboutit pour les cours d'eau à un profil d'équilibre.

- Dans le cours inférieur des rivières où l'érosion est nulle, le cours d'eau circule dans des auges alluviales, en décrivant des méandres (comme la Seine).

#### b.- Infiltration.-

Le modelé karstique : Les eaux souterraines sont responsables d'un type de modelé qu'on appelle karst, du nom de la région où on l'a décrit typiquement, non loin de Trieste. Le modelé karstique apparaît lorsque des roches solubles (en général les calcaires) se trouvent au-dessus du lit des grands cours d'eau qui les traversent. Ainsi en France, le Tarn, dans les Causses.

La morphologie souterraine comprend différentes cavités et gouffres (fig. 4).

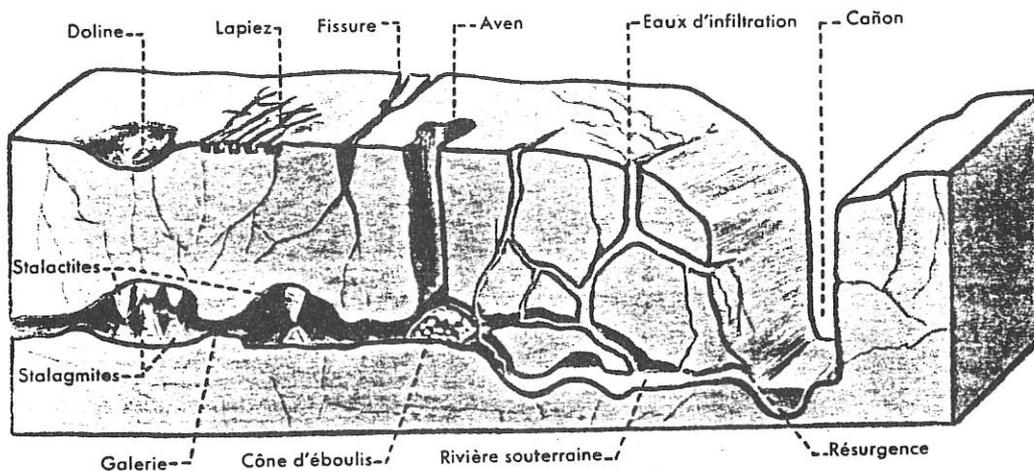


Fig. 4.- Travail de l'eau en pays calcaire.

Au fond des dolines, qui sont en forme d'entonnoir, il reste une couche d'argile insoluble, toujours humide, favorable à la végétation et aux cultures. Il en résulte que sur des plateaux crayeux, semi désertiques, la doline permet l'apparition de véritables oasis de verdure. Les avens sont des cavités béantes provoquées par l'effondrement d'une voûte calcaire. Le cône d'éboulis, présent au fond de chaque abîme, est le résultat de cet effondrement. Si l'érosion est plus intense, on a affaire à un canyon.

Dans les cavités, les dépôts sont extrêmement variés ; les eaux chargées de calcaire tombent goutte à goutte et forment les stalactites au plafond des grottes, des stalagmites sur les planchers. C'est dans les grottes calcaires que se réfugièrent, au moment des glaciations, les hommes préhistoriques.

La morphologie aérienne donne les dolines \*, des lapiez\*\*, des canyons.

Si la destruction est complète on a des plaines karstiques ou poljés (mot slave signifiant "plaine").

Le relief karstique est évolutif : il commence par une surélévation générale de toute une région ; puis, dès que la croûte calcaire a disparu, les eaux s'infiltrent et le travail des eaux commence. Le karst mûr est marqué par la dominance des dolines, le karst sénile par celle des poljés.

Terrains sédimentaires : Les argiles, les marnes, les limons argileux sont imperméables : ils jouent vis à vis de l'eau le même rôle que le granite (les sources sont nombreuses).

Par contre, les sables, les graviers, les grès laissent facilement passer les eaux d'infiltration. Quant aux roches calcaires, imperméables, on l'a vu précédemment, elles sont traversées selon leurs fentes et fissures. A un moment donné, dans des terrains sédimentaires, l'eau rencontre une roche imperméable sur laquelle elle va s'étendre en nappe. On distingue plusieurs types de nappes :

- les nappes superficielles sont dites phréatiques. En pays vallonné elles peuvent se manifester sous forme de sources ; en pays plat, on les atteint en creusant des puits dans lesquels on fait monter l'eau à l'aide d'une pompe (fig. 5).

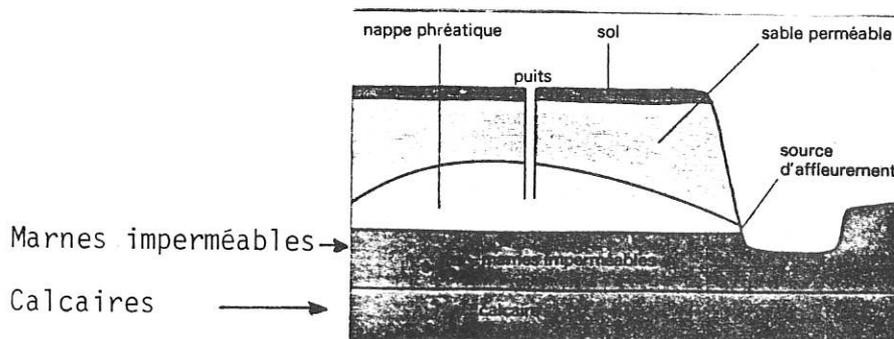


Fig. 5.- Nappe phréatique

---

\* doline : cuvette dont le fond est comblé par de l'argile en décalcification.

\*\* Lapiez : pluriel de la piaz en yougoslave. Sur une surface calcaire en pente, les eaux chargées de gaz carbonique attaquent la roche et creusent des rainures plus ou moins parallèles, dont l'ensemble forme un lapiez.

- une nappe est captive, lorsqu'elle est emprisonnée entre deux couches imperméables. Elle est dite artésienne lorsque son niveau se trouve, en raison de la topographie, au dessous de la couche imperméable qui constitue le toit. Si l'on creuse un puits pour atteindre une telle nappe, l'eau en jaillit spontanément, sans qu'il soit nécessaire de pomper pour la faire monter. Un tel puits s'appelle un puits artésien (parce que les premiers ont été creusés en Artois) (fig. 6).

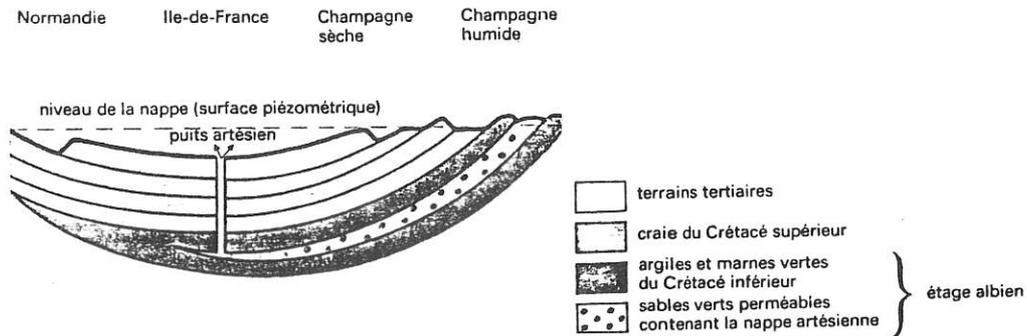


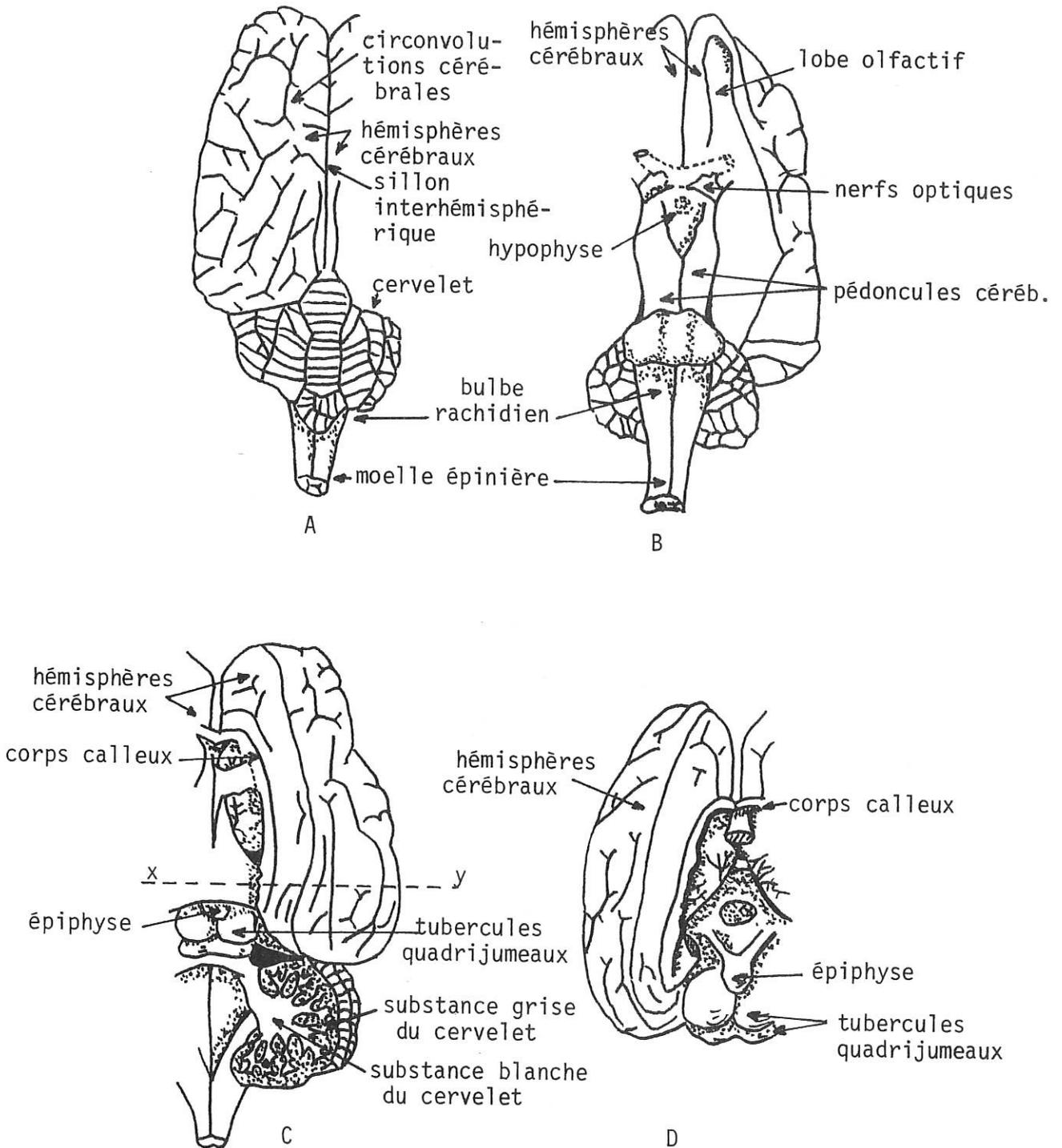
Fig. 6.- Nappe artésienne (bassin parisien).

G R O U P E C :

DISSECTION DE L'ENCEPHALE DE MOUTON.-

Nous avons assisté à la dissection de l'encéphale de Mouton, durci par son immersion dans le formol.

Examen de la face dorsale.- (fig. 1)

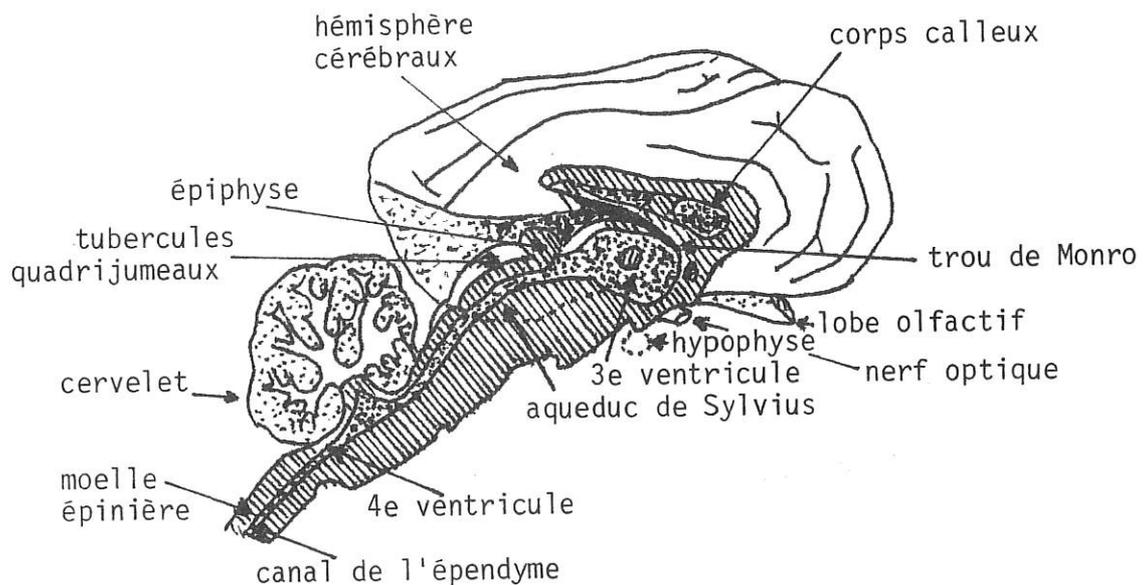


- les deux hémisphères,
  - . séparés par une fente profonde,
  - . les circonvolutions,
    - les 2 méninges, dure-mère et arachnoïde, ont été enlevées,
    - la 3ème, la pie-mère, durcie par le formol, moule les circonvolutions.
- le cervelet formé de 3 lobes,
- le bulbe qui se prolonge par la moëlle épinière.

Examen de la face ventrale.-

- les deux lobes olfactifs,
- le croisement en X des deux nerfs optiques (chiasma)
- l'hypophyse a été arrachée lors de l'extraction du cerveau,
- le tubercule cendré puis les pédoncules cérébraux,
- la protubérance annulaire,
- le bulbe.

Coupe longitudinale.- (fig. 2).



- On écarte les deux hémisphères d'un coup de scalpel ; on aperçoit, en profondeur, un pont de substance blanche, le corps calleux ;
- On approfondit la section : on aperçoit :
  - . un 2ème pont de substance blanche, le trigone cérébral ;
  - . latéralement, les corps striés,

- . l'épiphyse (oeil pinéal des Reptiles),
- . les tubercules quadrijumeaux,
- . la coupe du cervelet avec la substance blanche qui forme l'arbre de vie.

Tout cet ensemble est creux : les cavités s'appellent ventricules ; le lecteur comprendra mieux ce qui suit en suivant l'évolution du tube nerveux (fig. 3)

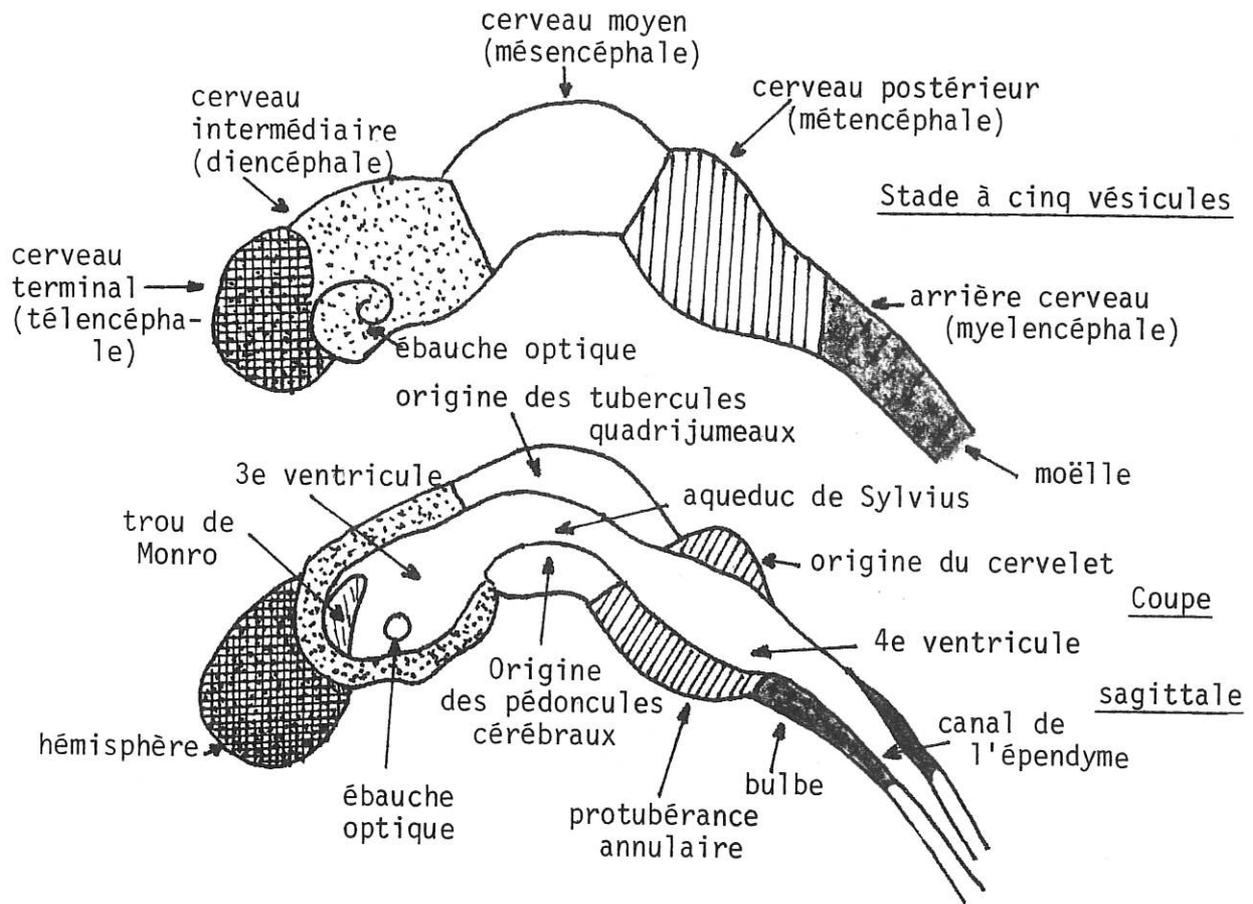


Fig. 3.- Evolution du tube nerveux.

- dans les hémisphères : 1 et 2 ventricules,
  - qui, en arrière, communiquent avec le 3ème ventricule par le trou de Monro,
  - le 3ème communique avec le 4ème, au niveau du bulbe, par l'aqueduc de Sylvius ;
  - dans la moëlle, le canal de l'épendyme
- Une coupe transversale des hémisphères a complété la démonstration.

## LES POISSONS ELECTRIQUES.-

Plusieurs espèces de Poissons sont capables de provoquer des décharges électriques.

Nous nous arrêtons devant un grand aquarium d'eau douce, garni de plantes aquatiques et renfermant des Poissons qui, naturellement, vivent dans des eaux boueuses : les Mormyres (fig. 4).

Ils sont pratiquement aveugles ; le corps se termine par une queue étroite et une nageoire caudale très fourchue ; le museau (fig. 5) est souvent terminé en rostre ou en trompe où s'ouvre une bouche petite.

Ces poissons se nourrissent de particules animales et végétales qu'ils aspirent dans la vase. Un petit appendice se trouve sous la bouche.

Fig. 4.- Gnathonemus petersi :  
Poisson éléphant  
Eau douce du Congo

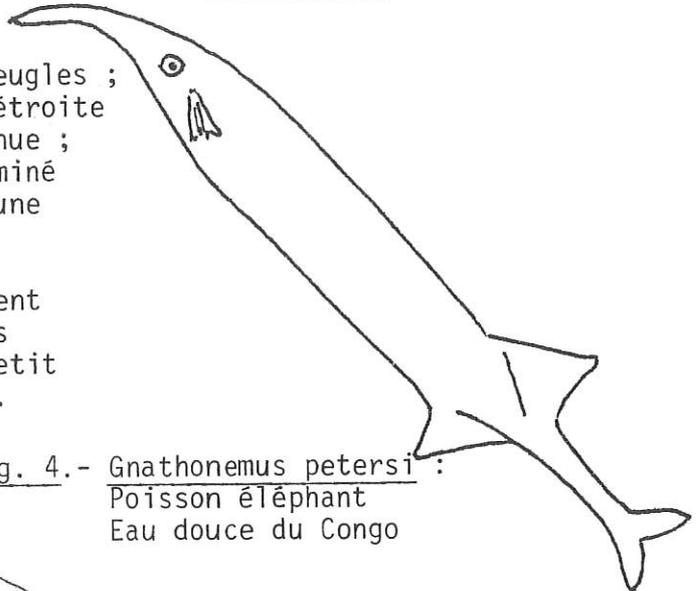
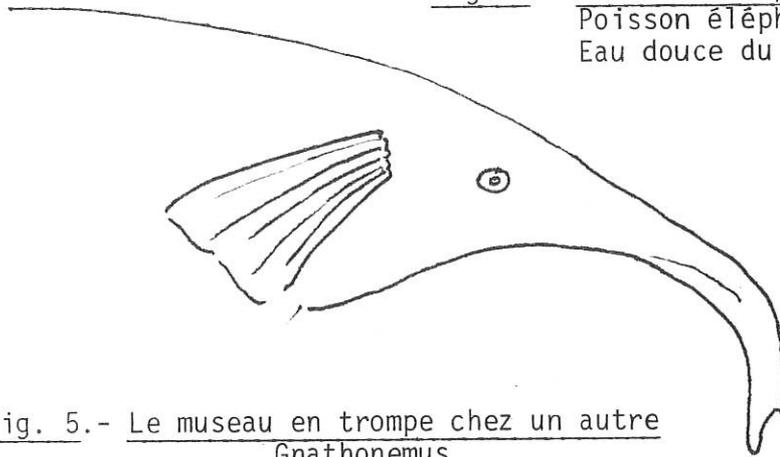


Fig. 5.- Le museau en trompe chez un autre  
Gnathonemus



Les organes électriques, de petite taille, sont situés dans la queue, auprès de l'attache de la nageoire caudale ; ils donnent une série de décharges électriques, de faible intensité, de périodes brèves (1/1000 sec) dont la durée est au total de la demi-seconde.

Ces décharges créent, autour du poisson, un champ électrique (fig. 6) ; l'approche d'un obstacle perturbe ce champ ; les perturbations sont perçues par des récepteurs à l'avant de l'animal. On peut penser que c'est ainsi que le champ électrique supplée à la vue : c'est le phénomène de l'électrolocation.

Nous avons assisté à une simulation électromécanique du système d'électrolocation (fig. 7) ; deux électrodes E permettent de créer dans un aquarium un champ électrique rapidement variable dont les variations sont visualisées sur un écran cathodique.

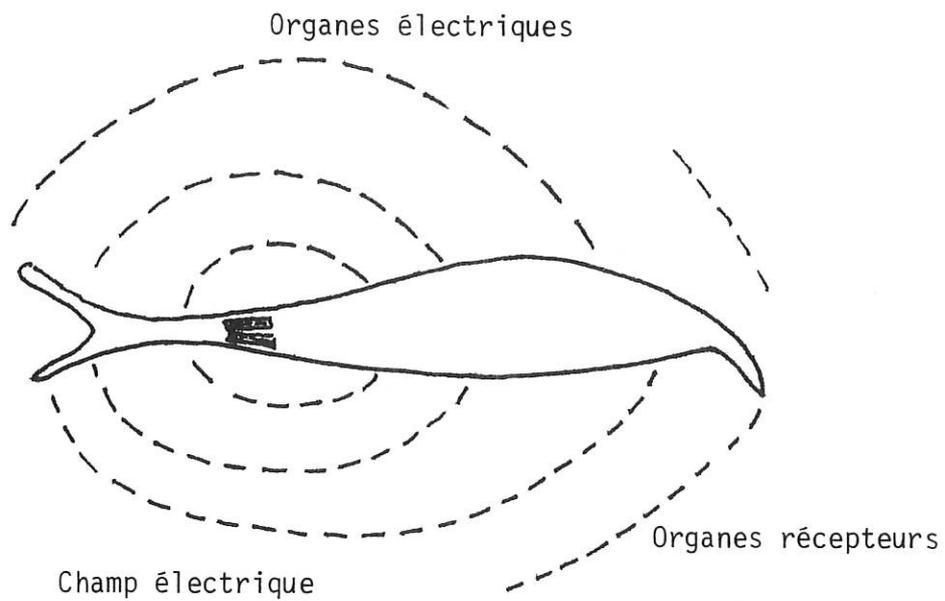


Fig. 6.- Champ électrique autour du Poisson Mormyre lors d'une décharge

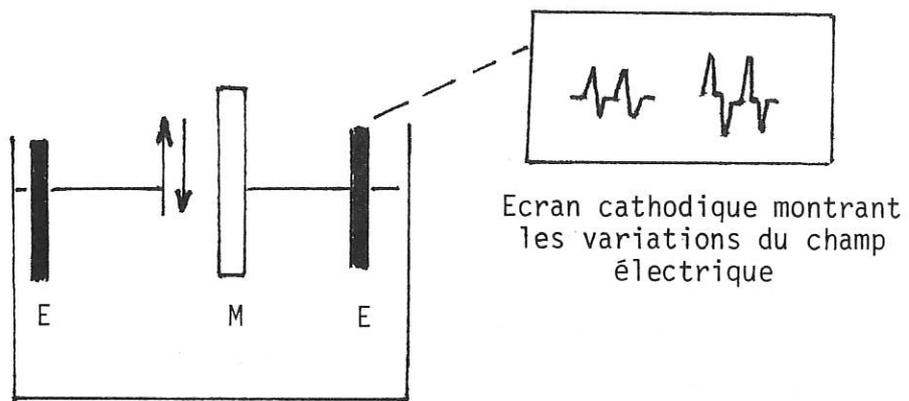


Fig. 7.- Dispositif expérimental pour montrer l'influence d'un obstacle M dans le champ électrique entre deux électrodes E

L'obstacle M est animé d'un mouvement vertical de va-et-vient.

Si dans ce champ on fait osciller verticalement une masse M, on observe sur l'écran des variations importantes du tracé.

#### AUTRES POISSONS ELECTRIQUES.-

Nous n'avons pu les voir en aquarium ; nous nous sommes donc contentés des explications de l'animatrice et des panneaux.

#### Les Torpilles.- (fig. 8).

Les Torpilles sont des Poissons marins, au squelette cartilagineux, de la même famille que les Raies avec, prolongeant leur disque ovalaire, une queue assez courte et trapue.

Leur organe électrique est composé de deux masses situées, sous la peau, de chaque côté de la tête. Chaque masse comprend plusieurs centaines de prismes hexagonaux par pression réciproque, disposés perpendiculairement à la surface du corps ; 400 à 500 prismes, hauts de 4cm ; chaque prisme est un empilement de plaquettes, de 16 millièmes de millimètres d'épaisseur, séparées les unes des autres par une substance isolante ;

4 cm  $\longrightarrow$  40000 millièmes de millimètre

$\frac{40000}{16} = 2500$  plaquettes par prisme.

$2500 \times 900 = 2.250.000$  plaquettes pour tout l'appareil électrique.

Le dispositif fait penser à la pile de Volta où des rondelles de zinc et de cuivre, séparées par du feutre, alternent et fournissent du courant quand le feutre est imprégné d'acide.

Des cinq gros nerfs issus d'un lobe électrique de l'encéphale s'échappent de fines terminaisons nerveuses qui innervent la face inférieure seule des plaquettes. Cette face inférieure, comme le zinc dans la pile de Volta, est un pôle négatif ; la face supérieure, comme le cuivre, est un pôle positif. Le courant de décharge va donc de la face dorsale à la face ventrale, à l'extérieur de l'animal. On a pu mesurer des courants de décharge sous une tension de 220 volts, suffisante pour renverser un homme qui pose le pied sur une Torpille cachée dans le sable.

En réalité, le courant est constitué par une centaine de décharges par seconde. La Torpille commande d'ailleurs l'intensité de la décharge : décharge totale, décharge d'un seul organe électrogène, décharge d'un nombre limité de prismes.

Ces prismes ne sont autres que des fibres musculaires ayant perdu leur contractilité. Quelques Raies communes possèdent des organes électrogènes de faible puissance.

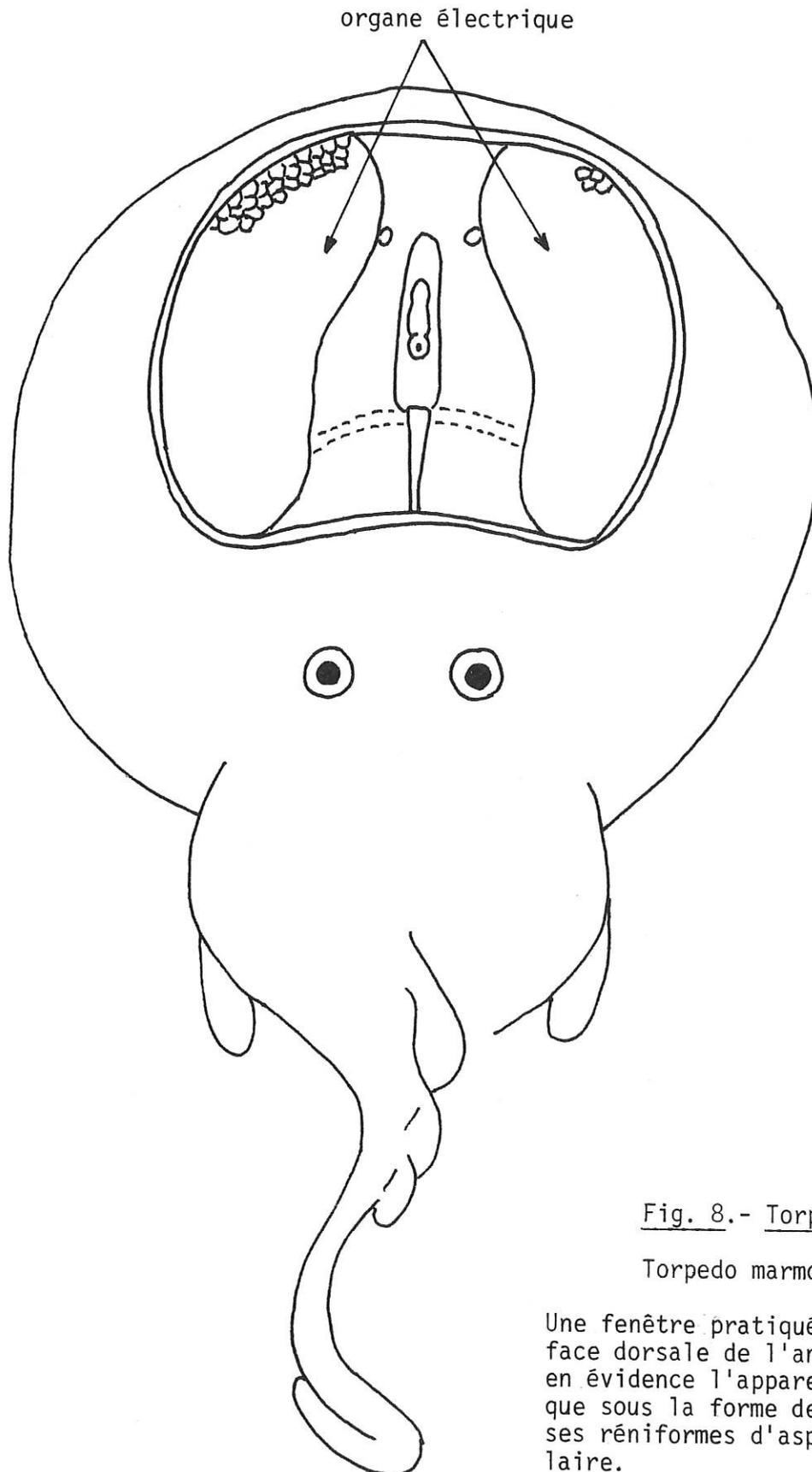


Fig. 8.- Torpille.

*Torpedo marmorata.*

Une fenêtre pratiquée dans la face dorsale de l'animal met en évidence l'appareil électrique sous la forme de deux masses réniformes d'aspect aréolaire.

Les Gymnotes (fig. 9).

Les Gymnotes sont des Poissons d'eau douce à squelette osseux ; on les rencontre dans les bassins de l'Orénoque et de l'Amazone.

Leur forme allongée les fait appeler Anguilles de mer = longs de 2,50 mètres, gros comme une cuisse humaine.

Les organes électriques sont contenus dans la queue qui équivaut aux quatre cinquièmes de la longueur totale. Formés aux dépens des muscles, ils se composent de rangées longitudinales de disques séparés par des cloisons de tissu conjonctif ; chaque disque est abondamment innervé sur une de ses faces.

Les décharges (fig. 10) se font de la queue vers la tête ; elles surpassent en puissance celles de la Torpille.

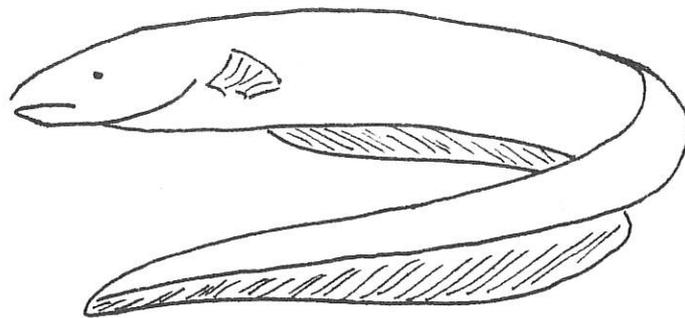


Fig. 9.- Gymnote - *Gymnatus electricus*.

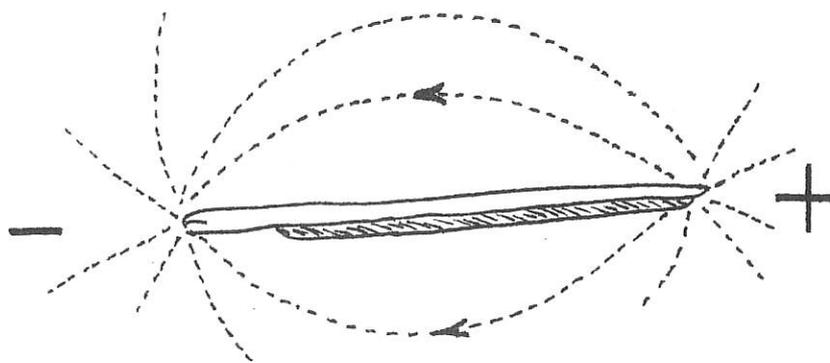


Fig. 10.- Lignes de force de la décharge électrique  
chez le Gymnote

## AUTRES POISSONS.-

Dans un second aquarium d'eau douce, à 28 - 30°C, nous voyons des Poissons aux belles couleurs qui présentent de curieuses particularités.

- Le Poisson-chirurgien a des lames de chaque côté de la queue. Ces lames sont des écailles modifiées en épines (fig. 11) et fixées de telle manière que le Poisson peut les écarter ou les ouvrir à son gré ; des coups de queue peut les transformer en armes (!) de défense. S'il s'agit de lames, elles coupent comme des rasoirs et blessent les mains des pêcheurs imprudents.

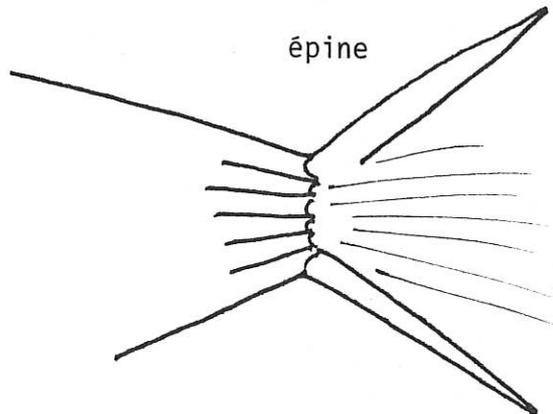


Fig. 11.- Poisson-chirurgien

- Le Poisson-clown, bariolé de rouge et de blanc, vit en harmonie avec les Anémones de mer ; il pond ses oeufs dans l'abri empoisonné ; il se frotte aux tentacules comme un chat ; il se cache dans ses tentacules et assure ainsi sa protection (fig. 12).

La femelle est beaucoup plus grosse que le mâle.

- Tous ces Poissons vivaient en "harmonie" avec des animaux de la même famille que les Anémones de mer.



Fig. 12.- Les tentacules toxiques d'une Anémone de mer assurant à ce Poisson-clown un domicile sûr. Il pond ses oeufs dans l'abri empoisonné et parfois se frotte aux tentacules comme un chat. Le secret de l'immunité de cet intrus vient peut-être de la sécrétion d'un mucus qui le protégerait des cellules urticantes de l'anémone, ou peut-être cette immunité est-elle simplement acquise.

## L'APPRENTISSAGE SKINNERIEN DES PIGEONS.-

Nous n'avons pu assister à cet apprentissage, les Pigeons "appris" étant malades. Voici l'essentiel de ce que nous aurions pu voir.

Le Pigeon est dans une boîte ; il a devant lui trois voyants qui s'éclairent, au hasard, de couleurs différentes (fig. 13).

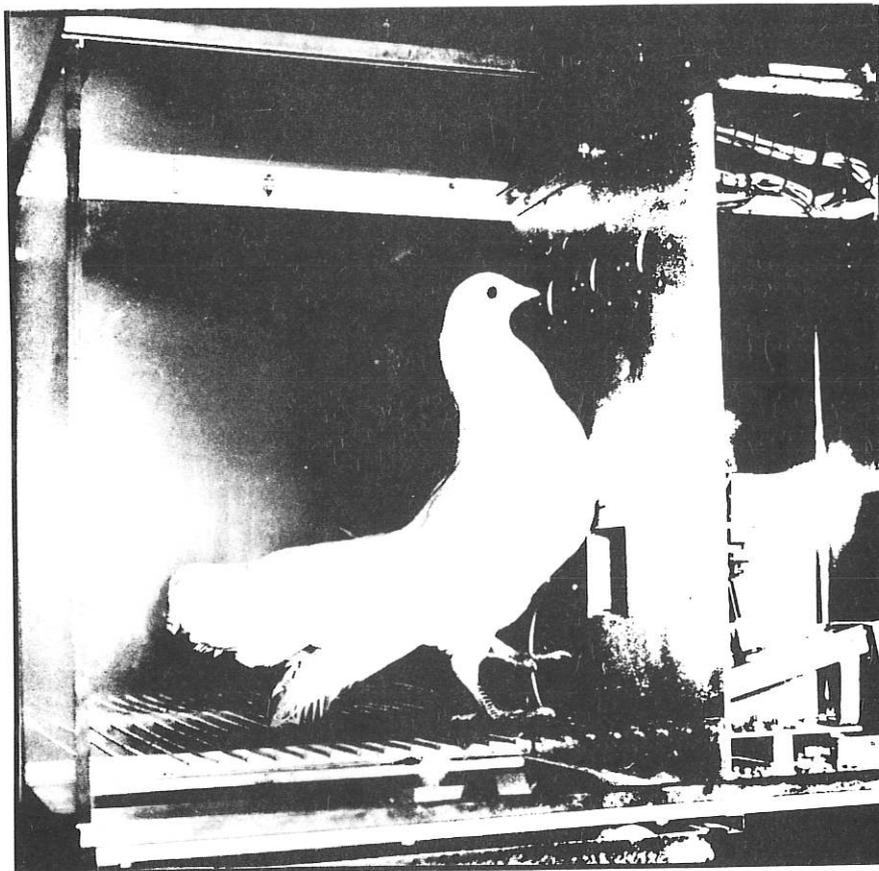


Fig. 13.-

Il n'obtient de la nourriture, par l'ouverture visible dans le bas de la photographie, que s'il frappe du bec sur la couleur pour laquelle il a été "conditionné". Il distingue donc une couleur sur trois.

On peut le conditionner à des formes différentes.

On peut aussi lui apprendre à ne frapper que juste au moment où la nourriture lui est permise, par exemple, 7 à 8 minutes après le coup de bec précédent.

## L'ELECTROENCEPHALOGRAPHIE.-

L'étude a été expérimentale ; je me suis livré comme "cobaye".

L'activité du cerveau se manifeste par des ondes électriques qui, après avoir traversé l'os du crâne et la peau, peuvent être captées par des électrodes ; après amplification elles peuvent apparaître sur un écran cathodique (comme un écran de téléviseur) ; elles peuvent actionner des stylets qui laissent une trace sur une feuille de papier qui se déroule d'une manière continue.

Quatre électrodes (on va parfois jusqu'à 31) (fig. 14), dont on a amélioré le contact avec une pommade, furent placées sur le crâne ce qui permet l'exploration de chacun des deux hémisphères dans leurs régions frontales et occipitales.

L'enregistrement se fit :

- soit les yeux ouverts,
- soit les yeux fermés,
- soit les mâchoires fortement serrées l'une contre l'autre.

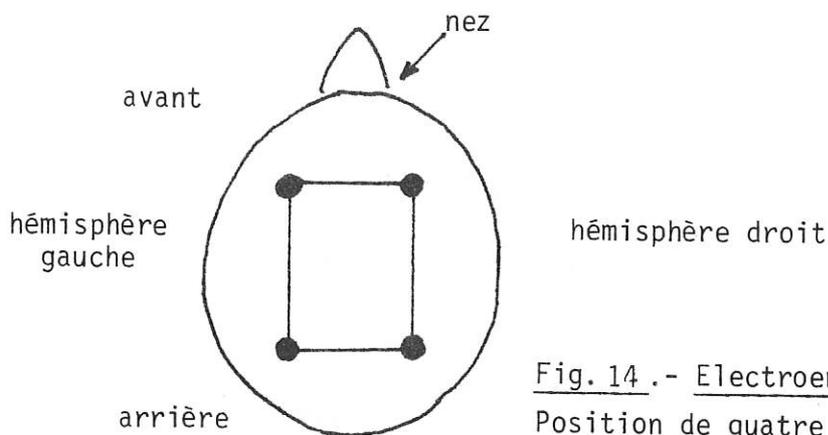


Fig. 14.- Electroencéphalographie  
Position de quatre électrodes sur le crâne

En voici les résultats :

- yeux fermés, au repos : on enregistre les ondes alpha ( $\alpha$ ) (fig. 15) ; oscillations régulières, quasi sinusoïdales, dont la fréquence quasi constante se situe, chez l'homme, entre 8 à 12 cycles par seconde.
- yeux ouverts à la lumière ; les ondes alpha disparaissent ; elles sont remplacées par des ondes bêta ( $\beta$ ) (fig. 16) d'intensité plus faible et de fréquence plus grande.
- la contraction des mâchoires provoqua de grandes perturbations dans le tracé des ondes. (fig. 17).

706623

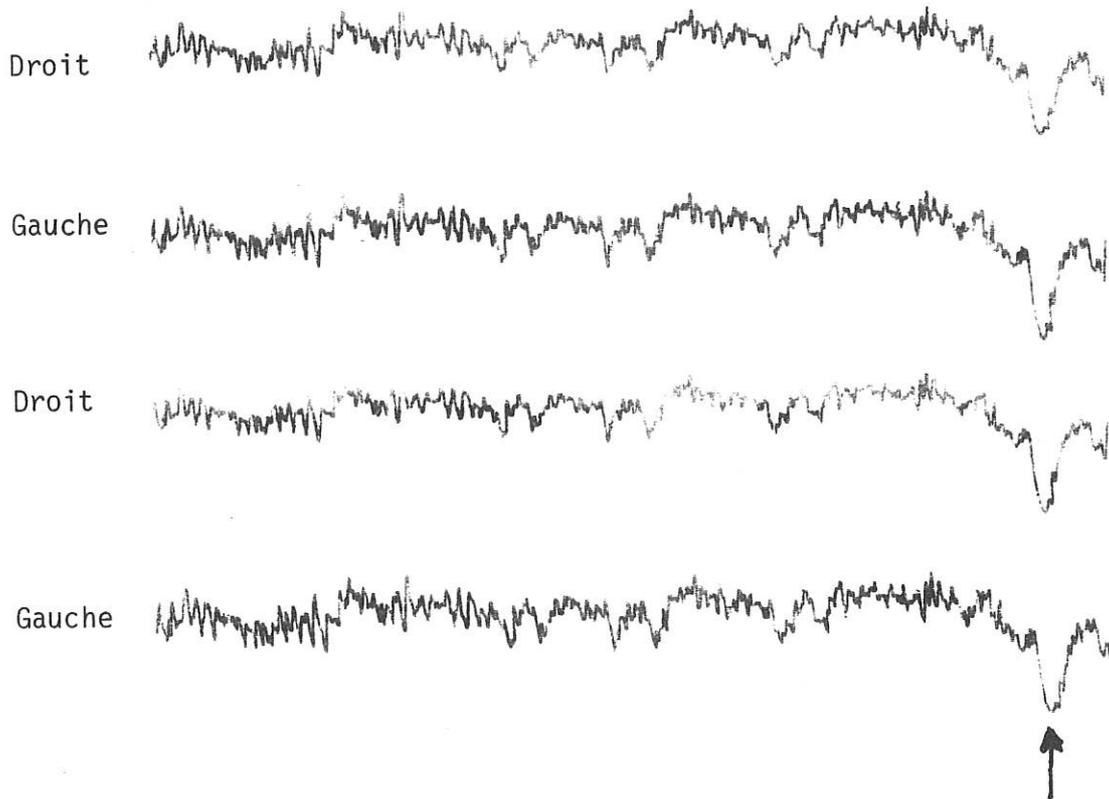


Fig. 15.- Ondes alpha.

Instant de la fermeture  
des yeux

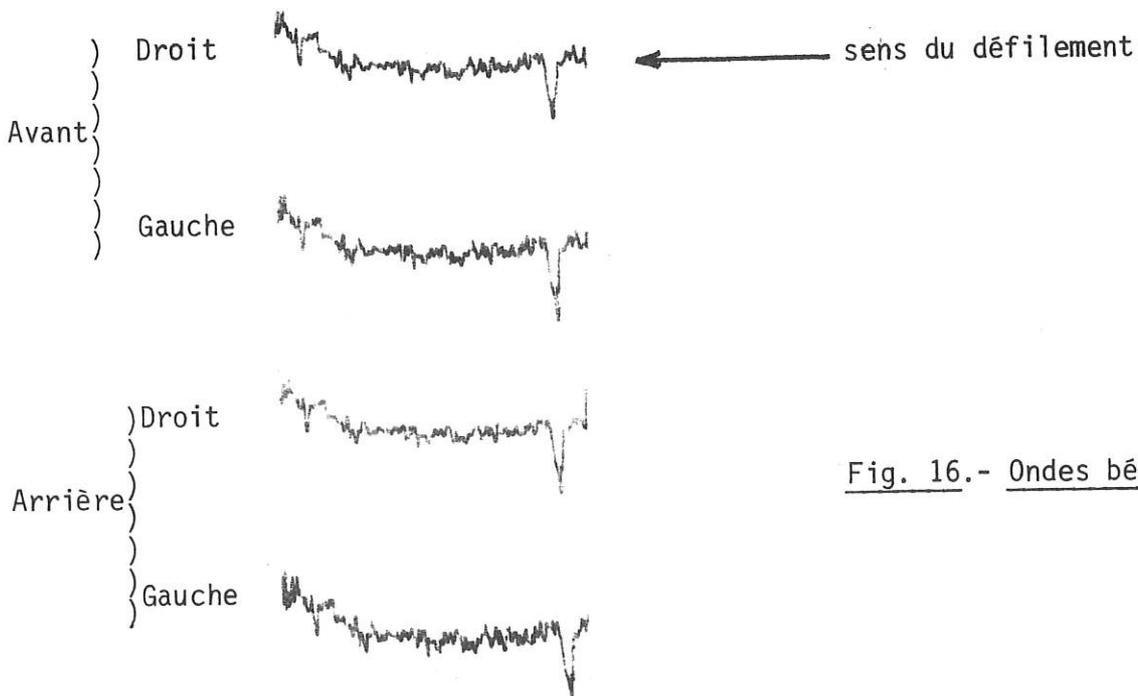


Fig. 16.- Ondes bêta.

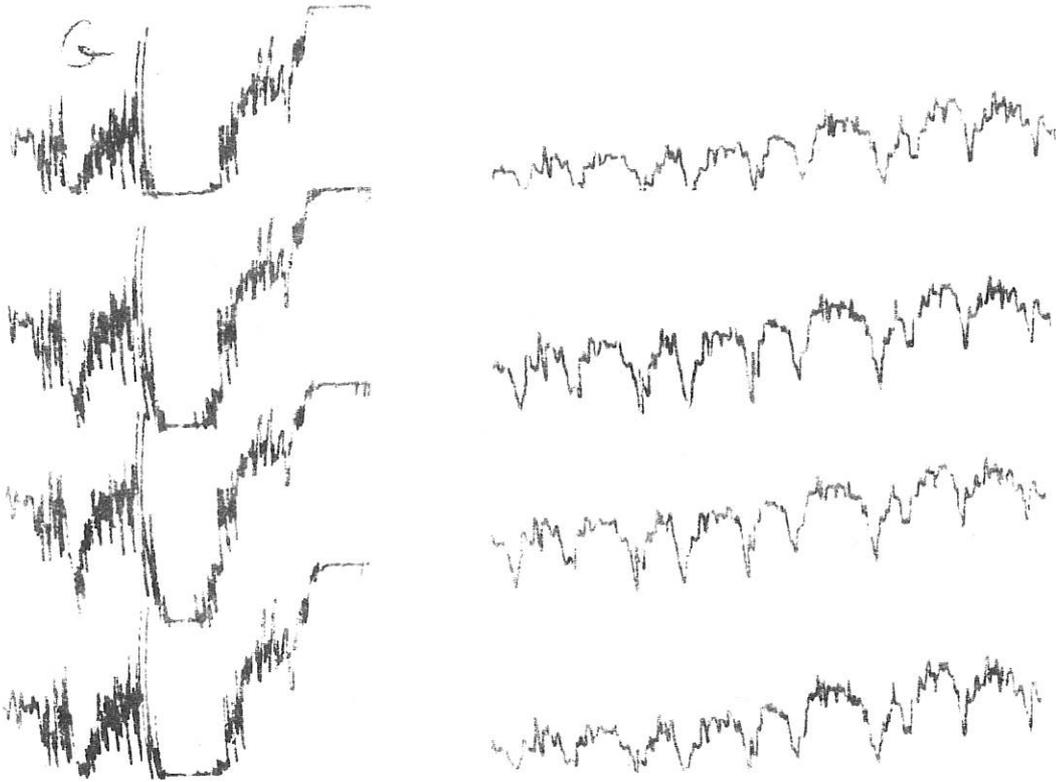


Fig. 17.- Mâchoires contractées. Fig. 18.- Le "cobaye" se met à penser.

- à la fin de l'expérience, je me mis à "penser" à notre retour, ce qui entraîna une modification périodique des ondes (fig. 18).

Dans tous les cas, les 4 tracés étaient concordants, ce qui rassura le "cobaye".

## G R O U P E D :

Au programme :

- a.- Développement embryonnaire du Triton ou du poussin.
- b.- Les premiers jours de la vie : grossesse ou accouchement.

a.- Pour le premier sujet nous étions en pays de connaissance puisque nous avons déjà eu le privilège de voir le film réalisé par notre Président, Marcel SIRE lui-même quand il était proviseur, sur le développement d'un embryon de poulet (voir le compte-rendu de ce film, séance du 26 janvier 1982).

Nous n'attendions donc pas des révélations extraordinaires, ni du sensationnel, mais une certaine originalité dans la conception et dans la réalisation. Il faut bien avouer que nos espoirs furent déçus.

Certes, du point de vue technique, le film du Palais de la Découverte était supérieur (rien d'étonnant à cela puisque 18 ans séparent les deux films). Nous avons particulièrement apprécié certaines superpositions, en coïncidence, de croquis coloriés et de photos : procédé vraiment expressif et plus parlant qu'un discours.

Nous avons pu assister ainsi, mais sur un rythme plus rapide que dans le film de Marcel SIRE, à la formation et au développement successifs du cerveau, du coeur, de la circulation sanguine, des pattes, du bec, des ailes, aux premières manifestations de la respiration, et enfin, minutes émouvantes, au bris progressif de la coquille, avec le bruit des coups de bec et à la libération laborieuse et définitive du poulet tout humide et comiquement ébouriffé.

Mais ce qui nous a manqué c'était la minutie poétique, la chaleur humaine, la sympathie attentive et communicative de Marcel SIRE, en face de l'exposé froid, dogmatique, enregistré, qui nous fut présenté.

Deux films identiques ? Non, car l'un était l'enfant de l'amour, et l'autre l'impersonnel produit de la seule raison.

b.- Pour la seconde partie de la visite, il y avait au programme : "les premiers jours de la vie : la grossesse ou l'accouchement". Nous eûmes droit à une succession d'exposés sommaires pour lesquels l'animateur requérait rituellement notre accord (nous eussions été bien en peine, à vrai dire, de le lui refuser !) - sur l'embryologie humaine, certes, mais sans grande unité d'exposition. En outre, l'animateur manifestait une prédilection pour la droite de son auditoire, quand il ne lui tournait pas le dos, si bien que, compte tenu de ma situation à gauche et d'une fâcheuse

faiblesse auditive, c'était un exploit que de prendre des notes, d'où le manque d'unité et de précision de celles-ci, en concordance même avec l'exposé ! ce dont je vous prie de bien vouloir m'excuser.

Entre autres choses, nous avons appris que :

## I.- CAUSES DE STERILITE.-

### 1.- Chez la femme.-

- a.- les canaux, les trompes bouchées ; infection.
- b.- tuberculose génitale,
- c.- rétrécissement des trompes,
- d.- maladies vénériennes,
- e.- corps étrangers qui se développent dans l'utérus : kystes, fibromes.
- f.- maladies immunitaires : polyarthrite rhumatismale,
- g.- le col de l'utérus ne secrète pas la substance qui joue un rôle important pour la montée des spermatozoïdes.
- h.- grossesse extra-utérine : l'ovule fécondé reste dans la trompe, se développe mais ne peut pénétrer dans l'utérus : d'où éclatement de la trompe, accident très grave, avec hémorragie sérieuse et risque d'issue fatale.

Les spermatozoïdes peuvent aussi remonter jusqu'à la surface de l'ovaire, d'où une grossesse extra-utérine.

### 2.- Chez l'homme.-

Causes génétiques,

- a.- sperme anormal,
- b.- spermatozoïdes peu mobiles,
- c.- testicules haut placés - l'emploi d'hormones peut les faire descendre ; sinon il faut opérer (cryptorchidie)

## II.- EVOLUTION DE L'APPAREIL URO-GENITAL.-

Les appareils mâles et femelles, dans les premiers stades embryonnaires, ont chacun deux canaux :

- . le canal de Müller,
- . et le canal de Wolff.

C'est un stade indifférencié ; les appareils des futurs deux sexes ont la même anatomie.

Puis une évolution se produit que nous simplifions.

Evolution femelle : le canal de Wolff disparaît progressivement, tandis que le canal de Müller donne, au voisinage de l'ovaire, un pavillon de petite taille et le tube flexueux de l'oviducte; celui-ci se dilate pour former une des deux cornes de l'utérus où se fixent les ovules fécondés (fig. 1).

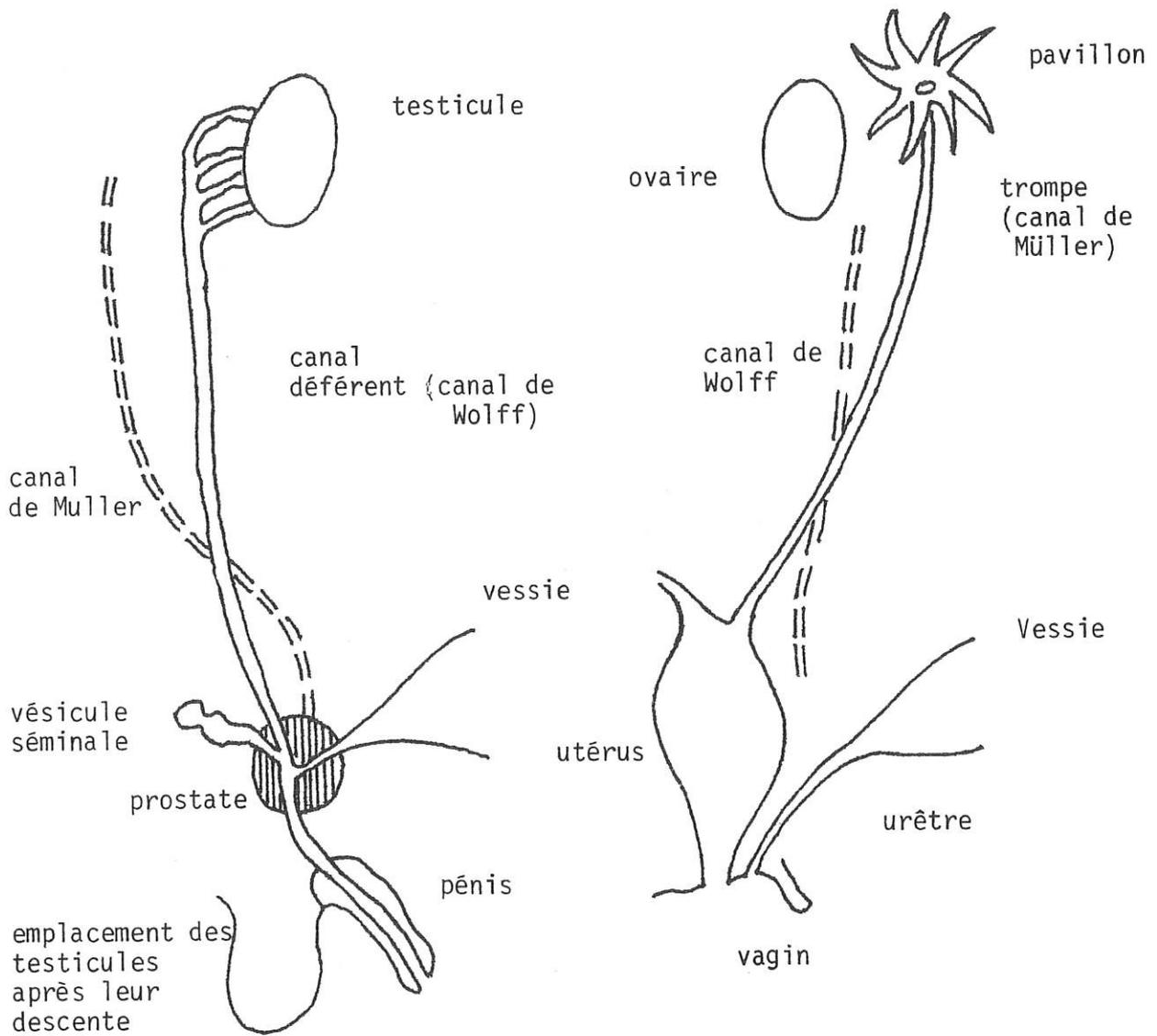


Fig. 1.- Evolution de l'appareil uro-génital.

Différenciation mâle

Régression des canaux de Müller

Différenciation femelle

Régression des canaux de Wolff

Evolution mâle : le canal de Müller disparaît ; le canal de Wolff recueillera les spermatozoïdes des testicules, deviendra le canal déférent. Les deux canaux déférents aboutiront à l'urètre. A leur aboutissement, une paire de vésicules séminales et la prostate.

Les testicules, restés longtemps en position haute, descendent dans le scrotum très peu de temps avant l'accouchement. Lorsque cette migration ne se produit pas, il est nécessaire d'opérer avant la puberté, sinon risque de stérilité.

### III.- LE CYCLE SEXUEL CHEZ LA FEMME. (fig. 2).

On l'appelle cycle oestral ; il est périodique, il dure 28 jours.

L'ovaire renferme des follicules où se trouvent les ovules. Sous l'action de la folliculostimuline et de l'hormone lutéinisante, l'ovaire va connaître des transformations cycliques comprenant deux phases :

- . phase folliculaire : maturation des follicules, sécrétion d'oestradiol.
- . phase lutéinique : corps jaune, sécrétion de progestérone.

Le 9<sup>ème</sup> jour : le follicule se rompt et libère l'ovule (= ponte).

Le follicule devient alors le corps jaune qui sécrète la progestérone.

La phase lutéinique dure 14 jours environ, tandis que la phase folliculaire n'a duré que 8 jours.

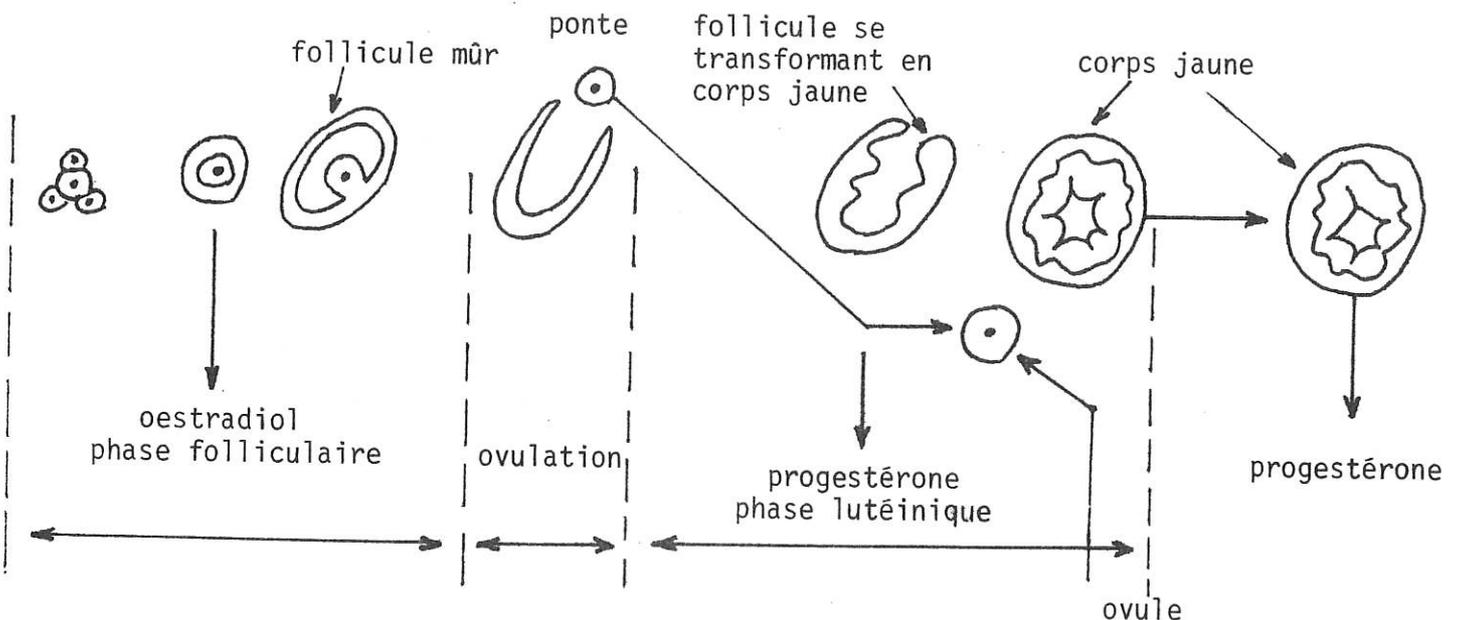


Fig. 2.- Principales phases de l'évolution des follicules (cycle oestral)

### IV.- FECONDATION ET MIGRATION DE L'OEUF DE L'OVAIRE A L'UTERUS (fig. 3).

Les spermatozoïdes remontent par la trompe t tandis qu'un ovule l, sorti d'un follicule f rompu, s'engage dans la trompe par le pavillon p.

En 2, a lieu la rencontre des spermatozoïdes et de l'ovule ; un seul y pénétrera ; l'ovule sera devenu un oeuf avec tout le code génétique pour faire un être humain qui ne ressemblera à au-

cun des autres êtres humains.

L'oeuf commence son développement et migre le long de la trompe et tombe dans l'utérus ; il va se fixer en 4, dans la muqueuse hypertrophiée de la paroi de l'utérus. C'est la nidification qui, chez la femme, se produit 6 ou 7 jours après la fécondation.

Il se développera, jusqu'à l'accouchement, pendant 9 mois environ.

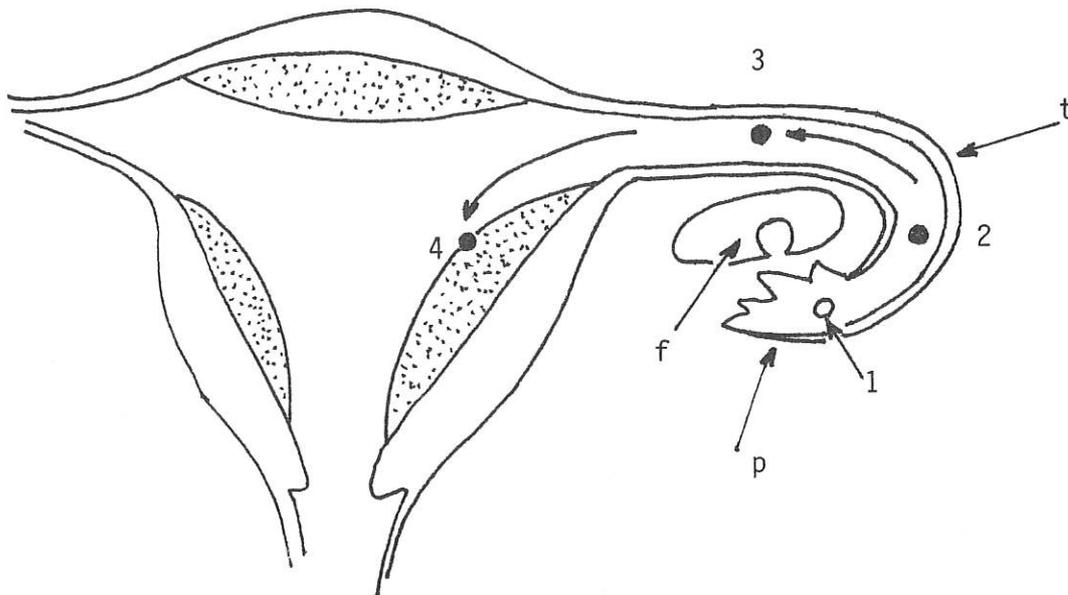


Fig. 3.- Schéma de la migration de l'oeuf, de l'ovaire à l'utérus.

f = follicule éclaté	2 = lieu normal de la fécondation
p = pavillon	3 = migration de l'oeuf
t = trompe	4 = localisation normale de l'implantation
1 = ovule	

#### V.- LES SECRETIONS HORMONALES.-

Elles sont élaborées par les gonades des deux sexes.

##### - Les hormones mâles.-

La plus active est la testostérone ; elle est synthétisée par les cellules intersticielles (qui ne sont pas à l'origine des spermatozoïdes) du testicule.

Elle est responsable de la croissance et du développement des voies génitales et des glandes annexes ainsi que des caractères sexuels secondaires (par ex. barbe et voix grave de l'homme).

L'ensemble des hormones mâles forme les androgènes.

- Les hormones femelles.-

Simplifions :

Au cours du cycle ovarien l'ovaire secrète deux types d'hormones :

- les hormones oestrogéniques (oestradiol, oestriol, oestrom) groupées sous le nom d'oestrogènes ; 20 ont été isolées. L'oestriol est l'oestrogène dominant.
- la progestérone.

Les premières interviennent pendant la période où la femelle accepte le mâle ; elles sont responsables des caractères sexuels secondaires femelles.

L'ovaire est le principal producteur, avec le corps jaune. L'oestrom produit par le follicule s'appelle encore folliculine.

La progestérone (appelée encore lutéine) favorise la nidation de l'oeuf et le maintien de la gestation.

Elle est secrétée surtout par le corps jaune, après l'ovulation.

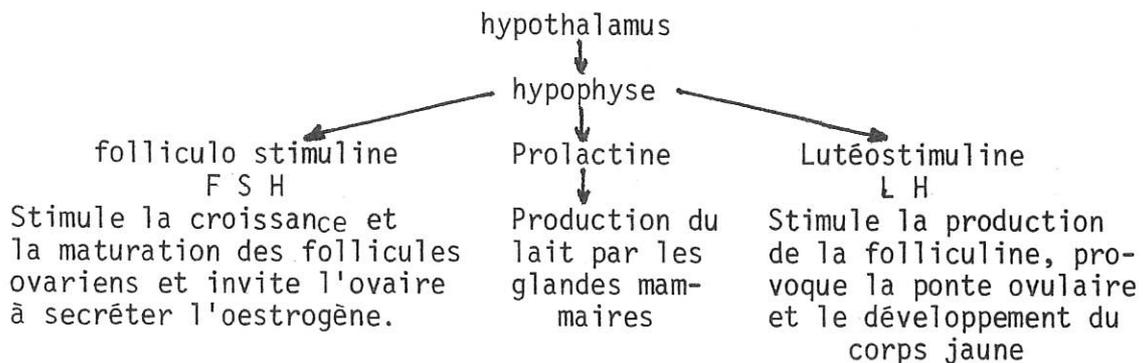
Le lobe antérieur de l'hypophyse secrète des hormones qui réglementent le fonctionnement des glandes ; trois intéressent la vie sexuelle en assurant l'activité des glandes génitales.

On a pris l'habitude de désigner certaines d'entre elles par des lettres :

- . folliculo stimuline - FSH
- . lutéostimuline - L H
- . prolactine

Leur production est ordonnée par le lobe antérieur de l'hypophyse mais l'activité de ce lobe est contrôlée par l'hypothalamus (qui appartient au système nerveux). Le système nerveux central conserve donc le contrôle de la production hormonale.

Les phénomènes, très complexes, ne peuvent être que médiocrement schématisés.



## VI.- LA GESTATION.-

- L'oeuf (qui a commencé son développement) a donc fait son nid en pénétrant réellement dans la paroi de l'utérus qui d'ailleurs a été préparée, par deux hormones ovariennes, à le recevoir. Il s'est entouré d'une membrane, le chorion, dont une région se couvre de villosités qui pénétreront dans la muqueuse utérine.

- Deux annexes embryonnaires vont se développer :

. l'amnios, poche qui renferme le liquide amniotique, dont le volume est de l'ordre du demi-litre ; c'est la poche des eaux.

. l'allantoïde dont les vaisseaux sanguins jouent un rôle important car c'est par eux que le fœtus est relié au placenta.

- Le placenta : l'oeuf s'est couvert de villosités dans lesquelles sont engagés les vaisseaux allantoïdiens.

Ce qui fait que les tissus maternels de l'utérus et les tissus fœtaux sont intimement amalgamés.

Le placenta résulte ainsi de l'union d'un placenta fœtal et de la muqueuse utérine (placenta maternel).

Au moment de l'accouchement, il y aura clivage et le placenta fœtal sera expulsé avec le nouveau-né (= la délivrance).

C'est par les villosités que l'oxygène et les substances nutritives du sang maternel arrivent au fœtus grâce à la jonction du cordon ombilical.

Le sang maternel qui circule dans la chambre intervillieuse et le sang fœtal qui parcourt le réseau vasculaire de la villosité ne sont jamais en contact. Ils sont séparés par les éléments du chorion (syncytio superficiel et cytotrophoblaste) ; c'est la caractéristique fondamentale du placenta humain que d'être hémochorial, c'est à dire que le chorion plonge directement dans le sang maternel.

L'incompatibilité sanguine entre la mère et l'enfant peut être cause d'accidents.

Rien ne se passera pendant les 9 mois de grossesse puisque, en principe, le sang maternel ne passe pas dans le fœtus : seul l'oxygène passe et les substances alimentaires.

Mais si, au moment de l'accouchement, des globules rouges de l'enfant passent dans le sang de la mère, il va y avoir fabrication d'anticorps : ceux-ci vont reconnaître les globules de l'enfant comme des corps étrangers et, s'en défendre comme d'une agression ; en 3 jours normalement ceux-ci détruisent les globules rouges qui ont filtré, puis les anticorps meurent et quelques mois après tout est rentré dans l'ordre.

VII.- LE FOETUS.- se développe normalement dans un sac, l'amnios qui contient un liquide amniotique.

A l'accouchement, le placenta se clive, l'amnios se déchire et le liquide amniotique s'écoule ; l'enfant naît, restant relié à sa mère par le cordon ombilical que l'on coupe.

VIII.- INFECONDITE.-

L'homme et la femme sont responsables à part égale ; maintenant, et de plus en plus on fait des examens conjoints pour déterminer l'origine de l'infécondité (voir plus haut I).

IX.- On aborde rapidement le problème de la RECHERCHE DE PATERNITE. Les résultats se font de plus en plus précis car on a découvert actuellement une trentaine de groupes.

A ce moment se mêle à la discussion, et de façon fort claire et compétente, Monsieur AUFFRET, responsable du Service Educatif, section Sciences de la Vie, au Palais de la Découverte, et spécialiste de Biologie océanographique. Comme il reste du temps disponible, il se met fort aimablement à la disposition du groupe jusqu'à l'heure du départ, et donne de précieuses précisions sur le facteur Rhésus et les groupes sanguins.

Il a, à ma demande, accepté de donner une conférence au Cercle la saison prochaine. Nous nous en réjouissons et lui exprimons notre gratitude.

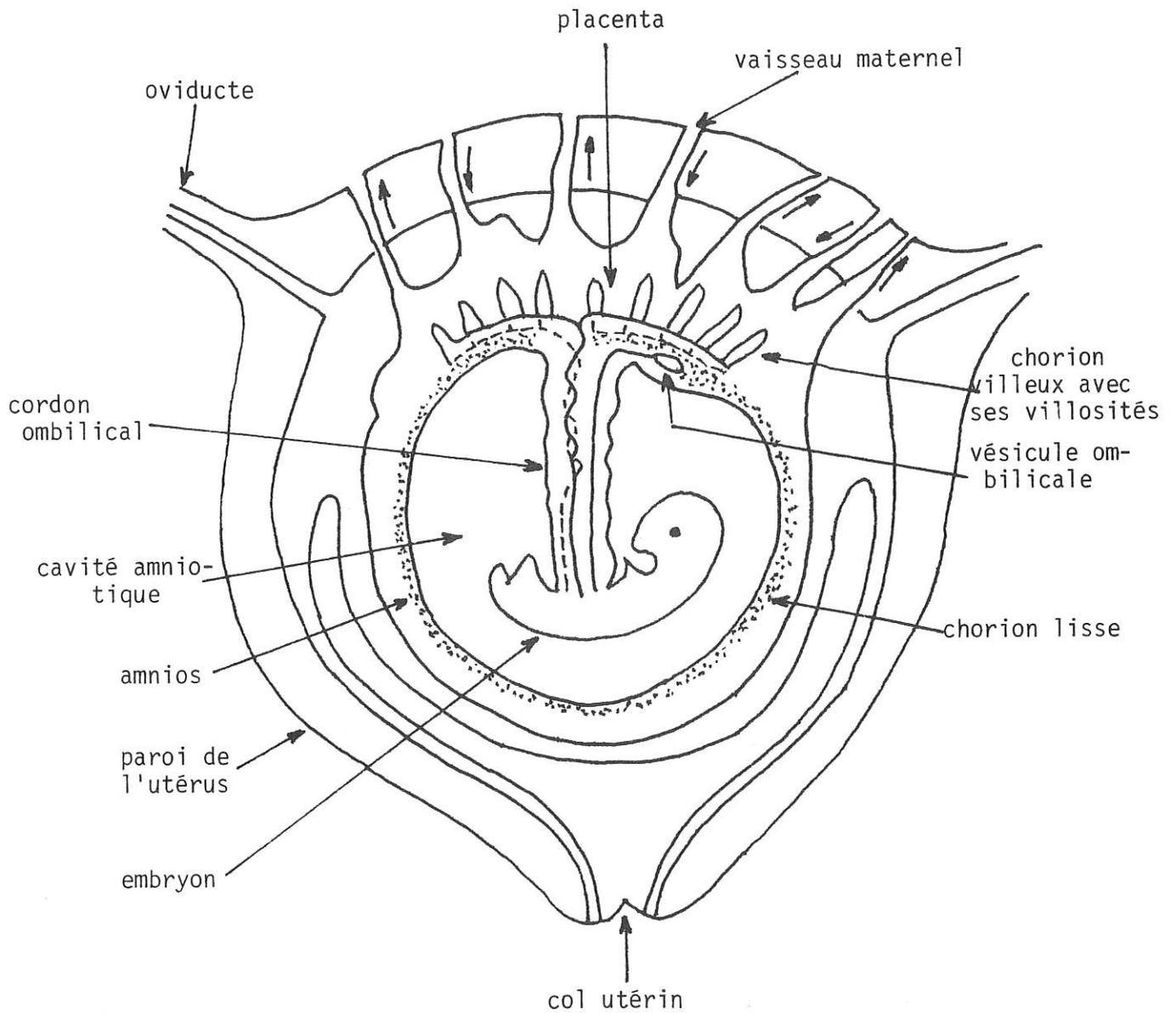


Fig. 4.- Coupe schématique de l'utérus humain au début de gestation.

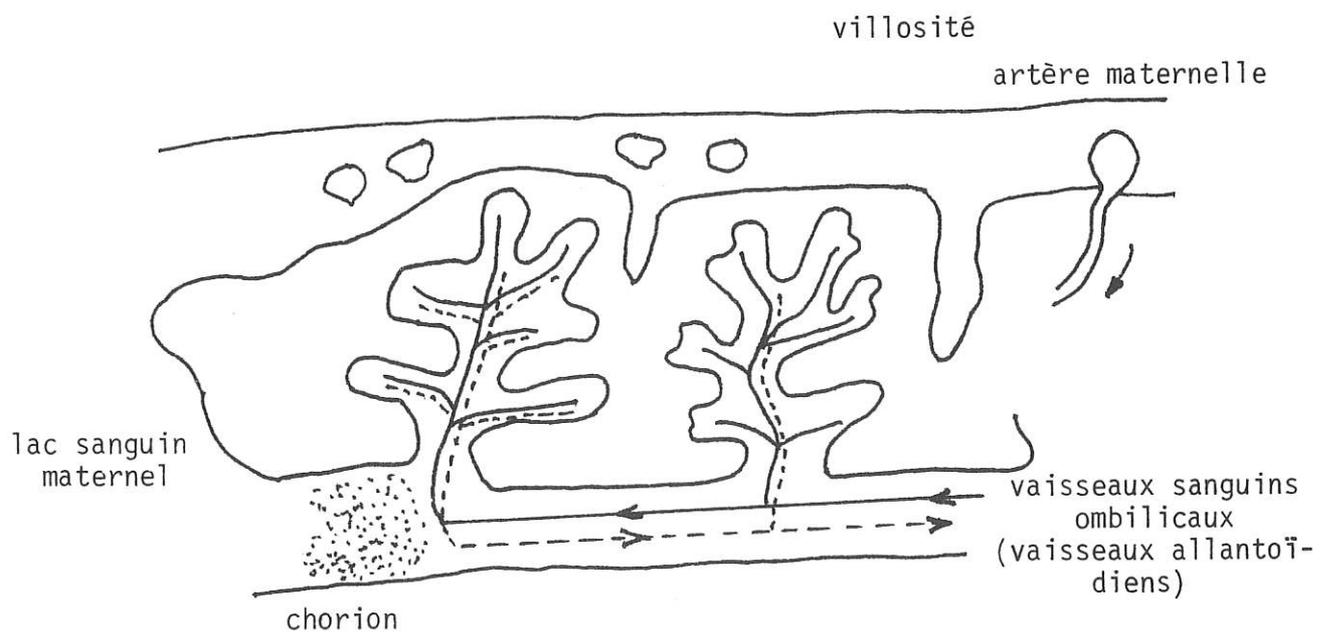


Fig. 5.- Schéma de l'appareil placentaire.

En haut : le placenta maternel  
 En bas : le placenta humain