
BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ DES SCIENCES

DE

NANCY

(Fondée en 1828)

SIÈGE SOCIAL :

Institut de Zoologie, 30, Rue Sainte-Catherine - NANCY

SOMMAIRE

E.-G. BONNARD: Principes et méthodes de la recherche du pétrole	86
Maurice THIRION: Les Orchidées	101
P. FLORENTIN: Les tumeurs génitales à retentissement hormonal	107
P. L. MAUBEUGE: Quelques observations géologiques à propos du sondage de Domgermain-les-Toul (M.-et-M.).	120

PRINCIPES ET MÉTHODES DE LA RECHERCHE DU PÉTROLE*

E.-G. BONNARD**

On a pu dire que la victoire des Alliés, en 1918, avait été remportée sur des flots de pétrole. On imagine sans peine à quel degré, et combien plus encore, une semblable remarque a été justifiée en 1944-45.

Depuis la fin des grands conflits, dans l'état de demi-paix ou de guerre froide où nous vivons aujourd'hui, la consommation du pétrole et de ses multiples dérivés ne fait qu'augmenter d'année en année.

A cet accroissement de la demande correspond, bien entendu, un effort considérable dans la recherche de gisements nouveaux et dans le développement de ceux qui sont déjà reconnus.

L'effort le plus important, si l'on ne tient compte que des forages, a été donné aux Etats-Unis.

Viennent ensuite l'Amérique latine, l'Europe, le Moyen-Orient, l'Afrique.

*
**

Vous serez sans doute intéressés de connaître la position de la France par rapport aux autres pays. A fin 1955, une trentaine de forages d'exploration étaient en cours dans la Métropole, auxquels il convient d'ajouter une vingtaine de sondages en territoire africain pour juger de l'effort total du pays, en matière de forages.

Toutefois, on n'aura encore qu'une idée incomplète de cet effort, si l'on ne tient compte que des forages, car ceux-ci sont généralement précédés de travaux géologiques et de campagnes géophysiques très coûteuses. Au 30 novembre 1955, on comptait 17 équipes sismiques françaises plus une douzaine d'équipes sismiques étrangères (américaines, anglaises ou allemandes) travaillant en France et 14 équipes opérant en Afrique. Total : 43 équipes. A cela s'ajoutaient : 1 équipe gravimétrique en France et 11 en Afrique; 1 équipe tellurique en France et 2 en Afrique; 4 équipes de magnétisme en Afrique.

* Conférence donnée à la séance du 12 janvier 1956, publiée avec l'autorisation de la Direction Générale de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine.

** Conseiller géologique à la Direction générale de la S.N.P.A.

Il est fort probable que cet effort se maintiendra en 1956 et même qu'il s'amplifiera, car la France et son domaine africain se couvrent de demandes de permis.

Si l'on fait abstraction de la vieille exploitation de Pechelbronn, les plus anciens permis sont ceux de la Régie Autonome des Pétroles autour de St-Marcet et de la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine dans le Sud-Ouest. Et ils ne datent que de 1939 (année de la découverte du gaz de St-Marcet) et de 1942.

Vient ensuite le premier permis de la Société Nationale des Pétroles du Languedoc méditerranéen en 1946.

Quatre longues années s'écoulaient encore, car ce n'est qu'en 1950, un an après la découverte de pétrole à Lacq, que la Régie Autonome des Pétroles obtient deux nouveaux permis, dans le Jura et en Savoie.

En 1951, un concurrent sérieux entre en lice. C'est l'Esso-Standard française fortement épaulée dans ses recherches par la Standard-Oil of New-Jersey américaine, qui obtient un vaste périmètre autour de Bordeaux. Il lui fallait du courage, de l'audace, et, chose essentielle, un arrière-plan financier solide pour entreprendre ses recherches dans un secteur totalement dépourvu d'indices et où à peine quelques médiocres structures étaient connues. On sait de quel brillant succès cet effort fut couronné, par la découverte du pétrole de Parentis au printemps 1954.

Entre temps, cependant, la rencontre d'un gisement de gaz sous très haute pression par la première sonde profonde du champ de Lacq en 1952 accroissait l'intérêt de la bordure pyrénéenne, tandis que, sous l'impulsion du Bureau de Recherches du Pétrole, l'Institut Français du Pétrole entreprenait une étude d'ensemble du Bassin parisien, de la Limagne, du couloir rhodanien.

Cette étude aboutissait, en 1953, à deux demandes de permis de recherches dans l'Est du Bassin parisien, l'une par la Régie Autonome des Pétroles, l'autre en Lorraine, par la Société Nationale des Pétroles d'Aquitaine.

En 1954, les demandes de permis se multiplient : 14 au total pour la Métropole seule, dont 9 dans le Bassin de Paris, 4 sur la bordure nord de celui d'Aquitaine, 1 dans les Pyrénées-Orientales. A côté des sociétés déjà mentionnées, on voit apparaître de nouveaux concurrents, dont la puissante Compagnie Française des Pétroles. On voit aussi la Société Pechelbronn s'intéresser au Quercy et au Périgord.

Le mouvement s'accroît encore en 1955, en même temps qu'il s'étend à des régions nouvelles. 23 nouveaux permis sont demandés en France, 12 dans le Bassin de Paris, 4 sur la bordure nord du Bassin d'Aquitaine, 1 en Lorraine et Vosges, 1 sur le haut-Jura et la Savoie, 1 en Bresse, 1 dans la Vallée du Rhône, autour de Valence,

l en Provence. Enfin un permis spécial, entièrement situé en mer, au large de la côte landaise, a été sollicité par la S.N.P.A.

Au total, à fin 1955, 67 permis ont été demandés ou accordés en France, répartis entre 19 groupes ou sociétés de recherches.

*
**

On ne peut, certes, pas affirmer que tous ces permis soient d'égale valeur, ni même que tous donneront satisfaction à leur concessionnaire. Mais on doit se féliciter de cette expansion car, en matière de recherche pétrolière, il convient de voir grand, surtout dans les pays encore inexplorés ou insuffisamment explorés comme c'est encore le cas pour la France.

S'il existe, en effet, des règles ou des principes permettant, à première vue, d'attribuer un plus grand intérêt à telle région plutôt qu'à telle autre, l'expérience a démontré qu'il convient aussi de ne pas trop s'embarasser d'idées préconçues et que certaines régions que l'on aurait condamnées il y a quelques années, se sont révélées productrices.

Quels sont ces principes ?

Quelles sont les méthodes propres de la recherche pétrolière ?

C'est ce que je vais essayer de vous exposer maintenant.

Toutefois, avant d'entrer dans le vif de mon sujet, vous me permettez de rappeler brièvement que le pétrole brut provient de la transformation, à l'abri de l'oxygène, de la matière organique, en majeure partie animale, enfouie au fond de certaines mers, de lagunes ou de grands lacs.

Les conditions idéales semblent être réalisées par des mers fermées, comme actuellement la Mer Caspienne, ou isolées comme la Mer Noire ou encore certains golfes à l'abri du vent et des grandes vagues provoquant un brassage où peut se mêler un excédent d'oxygène.

C'est là que se forme, par compaction des sédiments particulièrement riches en matière organique, ce que les pétroliers appellent la roche-mère.

Mais la compaction s'accroissant sous le poids des sédiments qui continuent à se déposer, le pétrole primitif va s'échapper vers un milieu de moindre résistance ou de moindre densité, généralement vers le haut, avec le gaz qui l'accompagne.

C'est la migration primaire, aboutissant à une accumulation assez confuse ou dispersée de la première roche-réservoir rencontrée. Il est possible que certains gisements actuels, d'une capacité médiocre, en soient restés à ce stade.

Mais pour qu'une accumulation commercialement payante soit formée, le pétrole ou le gaz doit encore subir une nouvelle migration ou migration secondaire, vers des endroits privilégiés appelés communément des pièges.

La formation de ces pièges résulte soit de phénomènes tectoniques, tels que plissements et failles, soit de phénomènes stratigraphiques tels que transgressions marines ou changements de faciès de la roche.

Ils doivent nécessairement comprendre une roche poreuse, soit d'origine, soit par altération ou fissuration, où le pétrole puisse s'accumuler, fermée vers le haut par une couche imperméable ou roche-couverture, pour qu'il ne puisse pas s'échapper.

Pendant longtemps, jusque vers 1920 environ, on se bornait à rechercher les pièges tectoniques, principalement les anticlinaux, où les plus grosses accumulations se rencontrent encore de nos jours.

La recherche de gisements stratigraphiques est de date plus récente, mais prend de plus en plus d'importance au fur et à mesure que s'épuisent les pièges tectoniques.

*
**

On voit ainsi se dégager les principes de la recherche pétrolière.

Tout d'abord, il s'agit de localiser les anciennes mers, lagunes ou grands lacs, où une grande quantité d'organismes a pu vivre et mourir avant d'engendrer le pétrole. Ces anciennes mers sont représentées aujourd'hui par les bassins sédimentaires. Un rapide coup d'œil sur la carte de France permet d'y identifier le Bassin de Paris, celui d'Aquitaine, le fossé de la Bresse suivi de celui du Rhône, le fossé rhénan, ceux moins importants de la Limagne et de la Haute-Loire.

*
**

Mais à l'intérieur de ces bassins, surtout s'ils sont de grandes dimensions, toutes les zones ne semblent pas devoir présenter le même intérêt. On a d'abord eu tendance à entreprendre des recherches vers leurs bordures, ceci pour trois raisons différentes :

- Une raison géographique parce que c'est là, à proximité des affleurements, que le géologue peut le mieux connaître les terrains plus anciens pouvant constituer des réservoirs en profondeur;
- Une raison tectonique parce que c'est là que les couches ont le plus de chance d'être plissées et de présenter des pièges;

- Une raison stratigraphique parce que c'est là que l'on a le plus de chance de rencontrer des terrains détritiques, donc poreux et perméables à l'accumulation du pétrole.

Les premières recherches en France ont donc commencé sur la bordure des Pyrénées, avec succès d'ailleurs puisqu'elles ont abouti à la découverte des gisements de St-Marcet et de Lacq, ainsi que sur le versant sud des Cévennes. Il a fallu le succès de Parentis pour réaliser l'intérêt que pouvaient présenter des zones plus centrales du bassin et que les recherches y soient accélérées.

*
**

Que ce soit en bordure ou dans le centre du bassin, deux objectifs doivent alors être visés :

- La présence de structures susceptibles de constituer des pièges;
- L'existence de couches poreuses et perméables capables de former des réservoirs.

En Aquitaine, plusieurs structures étaient connues de longue date sur la bordure sud du bassin. Ce sont, à l'Est, les Petites Pyrénées, sur lesquelles ont été implantés les sondages de St-Marcet, à l'Ouest, les anticlinaux de Ste-Suzanne et d'Audignon, qui ont également fait l'objet de sondages profonds.

Cependant, la prospection géophysique a montré que le fond du bassin est loin de représenter une surface plane, mais qu'il est agrémenté d'une succession de rides ou d'accidents, tous sensiblement parallèles entre eux et avec ceux de la chaîne pyrénéenne elle-même.

L'exploration de ces accidents, par forage, a montré que ces structures sont, en réalité, beaucoup plus compliquées que nous ne le pensions, présentant des lacunes ou des amincissements de certaines couches et des variations de leur faciès, qui commencent à permettre de se faire une idée de la répartition des mers anciennes, de leur étendue, de l'épaisseur et de la nature de leur sédimentation.

Ces données répondent au deuxième objectif de la recherche : celui de déceler la présence et de préciser l'étendue des couches poreuses et perméables susceptibles de constituer des réservoirs.

Dans le Bassin de Paris, si l'on fait abstraction des anciens sondages du Pays de Bray et de St-Florentin, les recherches ont aussi débuté vers la bordure du bassin, en Lorraine.

Des structures y étaient connues, soit par des levés géologiques de surface, soit par des procédés géophysiques. D'autre part, plusieurs étages géologiques y présentent des caractères de porosité aptes à en faire d'excellents réservoirs pétrolifères.

Sans l'inconvénient d'une couverture mollassique comme en Aquitaine, l'identification des structures dans le Secondaire y est beaucoup plus facile et moins onéreuse puisqu'elle relève avant tout de la géologie de surface.

Pour la même raison, et grâce aux nombreux travaux miniers déjà exécutés, l'étude de l'extension, de l'épaisseur et des variations de faciès des terrains y est beaucoup plus aisée.

La tectonique du Secondaire, à partir du Lias, y est, en outre, beaucoup plus simple qu'en Aquitaine.

En ce qui concerne le Primaire, des réservoirs y sont connus, mais leur disposition structurale la plus favorable à des accumulations de pétrole reste à découvrir. Il y faudra sans doute de nombreux sondages profonds.

*

**

En évoquant mes exemples, tant en Lorraine qu'en Aquitaine, j'ai beaucoup parlé de structures. Il convient d'être un peu plus explicite à leur sujet, car leur recherche constitue le troisième principe de l'exploration.

On peut appeler structure toute inégalité dans la disposition des couches géologiques, supposées s'être déposées d'abord suivant l'horizontale.

Le type de structure le plus classique, si ce n'est toujours le plus simple, est la structure anticlinale, dans lequel un bombement convexe des couches amène les plus anciennes de celles-ci à un niveau plus élevé que dans les creux ou synclinaux voisins. Dans le cas où une ou plusieurs de ces couches sont susceptibles de constituer des réservoirs, le pétrole ou le gaz y migreront vers la partie la plus haute, jusqu'à rencontrer une couche imperméable qui les emprisonnera.

C'est le piège idéal, qui sera d'autant plus riche, en principe, que l'anticlinal sera plus étendu et que sa fermeture, ou différence de cote entre le point le plus haut du réservoir et son point le plus bas dans les synclinaux voisins sera grande.

Aussi, la recherche de gisements anticlinaux a-t-elle été pendant longtemps la règle quasi absolue de la géologie pétrolière. Ses succès, dans le Monde entier, ne se comptent plus et on peut affirmer qu'en France, elle a dominé et domine encore souverainement les recherches en vue des implantations de sondages.

Un autre type d'anticlinal, qui a donné une production appréciable, bien que moins importante que celle des anticlinaux classiques, est le pli diapir. C'est une structure dont le cœur, formé de terrains plastiques, généralement du sel ou des marnes salifères, a crevé, comme à l'emporte-pièce, les terrains plus jeunes déposés primitivement au-dessus de lui.

Des réservoirs peuvent alors se rencontrer parmi les terrains redressés contre les flancs de cette masse perçante. La plupart des gisements roumains, ceux des dômes de sel de la Gulf Coast, ceux du Hanovre en sont de bons exemples. De semblables gisements existent peut-être aussi en Aquitaine.

Sans prétendre énumérer ici tous les exemples de pièges structuraux, car il y en a à peu près autant que de structures, je citerai seulement les demi-dômes et les panneaux monoclinaux faillés, qui paraissent être le type le plus courant en Lorraine. Le panneau monoclinal faillé s'explique de lui-même. Une accumulation éventuelle de pétrole est à rechercher en aval-pendage de la faille, au point le plus haut sur la voie de migration possible du pétrole. On court évidemment le risque qu'une ondulation des couches parallèlement à la faille ait fait migrer le pétrole en un point plus favorable que l'emplacement choisi.

Ce risque est considérablement amoindri dans le demi-dôme faillé, où le point le plus haut est mieux déterminé.

*
**

Cependant, l'épuisement graduel des gisements structuraux, ainsi que la demande croissante de pétrole brut, ou, à son défaut, de gaz, ont peu à peu amené les chercheurs à se tourner vers d'autres pièges que les pièges structuraux.

A vrai dire, les géologues y ont été précédés, aux Etats-Unis, par un type de chercheur assez décrié en France, mais dont il faut reconnaître les qualités d'audace, le « wild-catter ».

Le wild-catter est un homme généralement dépourvu de culture géologique, souvent de culture tout court, qui entreprend un sondage sans aucune préparation géologique ou géophysique, sur une intuition personnelle ou sur un détail topographique qui lui paraît favorable. C'est un coup de hasard, un jeu, que le wild-catter partage avec le propriétaire du terrain, à qui les lois minières américaines reconnaissent des droits sur la production éventuelle.

Les statistiques démontrent aisément que le pourcentage des réussites est 3 ou 4 fois au moins plus faible qu'avec les sondages placés après études géologiques et géophysiques, mais il faut reconnaître que c'est grâce à l'étude de ces sondages situés au petit bonheur, souvent en dehors des structures que l'on doit la découverte des premiers pièges stratigraphiques.

*
**

On appelle piège stratigraphique celui dans lequel l'accumulation du pétrole est absolument, sinon essentiellement due à un changement stratigraphique.

Le type le plus caractérisé de piège stratigraphique est représenté par une ou plusieurs couches poreuses et perméables, horizontales ou faiblement pentées, passant plus ou moins brusquement, dans la couche elle-même, à un terrain de porosité et de perméabilité nulles. Ce phénomène, qui n'est pas rare, s'appelle communément, entre géologues : transition ou changement latéral de faciès.

Un autre type de piège stratigraphique, aussi assez fréquent, consiste dans le recouvrement ou la fermeture de couches poreuses et perméables par une couche imperméable. Les couches perméables viennent alors buter en biseaux stratigraphiques contre le terrain imperméable qui les coiffe.

Un troisième type est réalisé par l'intercalation de lentilles sableuses dans un ensemble imperméable. Ces intercalations peuvent être parfois si minces que les Américains ont introduit le terme de « disposition en lacets de soulier ».

Dans les trois cas, l'accumulation du pétrole se fait dans la couche poreuse, vers son contact avec sa partie imperméable ou avec la couche imperméable qui la recouvre.

Ce sont là les cas les plus typiques de pièges stratigraphiques, mais il est évident qu'il existe de multiples exemples de transition entre le piège purement stratigraphique et le piège typiquement structural.

Le plus bel exemple est fourni par un pli anticlinal, situé à cheval sur une ligne de changement de faciès, dont seul un flanc compris dans la zone poreuse de la couche-magasin s'est révélé producteur, alors que les sondages placés sur le sommet se sont montrés secs.

*

**

Vous me demanderez sans doute quelles sont les causes de ces transitions, de ces changements de faciès.

Ils sont dus, avant tout, aux grands mouvements des mers à travers les temps géologiques, à leurs avancées sur les terres qui les bordaient ou à leur recul, à leur approfondissement et aux diverses conditions de sédimentation qui y prévalaient. Cette sédimentation peut être strictement marine, par précipitation du carbonate de chaux des organismes par exemple, ou côtière ou littorale. Suivant la nature du littoral ou des terres plus lointaines, l'action des vagues ou l'apport des fleuves fourniront soit des sédiments détritiques, propres à constituer de futures roches-réservoirs, soit des argiles, futures couvertures imperméables.

Ajoutez à cela l'action des organismes constructeurs de récifs comme les coraux, les éruptions sous-marines, les dépôts tout parti-

culiers des lagunes et vous n'aurez encore qu'une faible idée de l'infinie variété de la sédimentation.

*
**

On comprend dès lors l'intérêt capital de ce nouveau principe de la recherche pétrolière : chercher à reconstituer, par la pensée, l'état des mers à travers les diverses époques géologiques, leur extension, leur profondeur, leurs divers déplacements, transgressifs ou régressifs.

Cette science, qui n'occupait guère l'esprit des chercheurs d'autrefois, a maintenant, depuis quelques années, pris une importance primordiale. C'est la paléogéographie, appuyée par une autre science tout aussi indispensable : la sédimentologie.

Ces deux sciences contribuent elles-mêmes à la géologie stratigraphique dont l'objet est l'étude approfondie des terrains non seulement en vue de les situer dans leur ordre chronologique, mais encore d'en connaître la composition, l'origine, les conditions de dépôt.

*
**

Il nous reste maintenant à examiner les moyens dont le chercheur dispose pour mettre en œuvre les principes que j'ai énumérés, les méthodes propres à atteindre les objectifs que j'ai décrits.

Tout d'abord, il faut bien réaliser que la recherche méthodique du pétrole est essentiellement une affaire de géologie. Même la prospection géophysique ou les études demandées aux laboratoires de physique et de chimie doivent, en dernière analyse, être traduites en langage géologique.

Or, le géologue doit être avant tout un naturaliste, c'est-à-dire un homme qui, partant des données du concret, de la grande diversité de la Nature, cherchera, par voie d'induction, à en tirer des lois, des théories ou des hypothèses.

La première tâche du géologue est donc l'observation, aussi précise et minutieuse que possible, de la constitution et de la conformation du territoire à prospecter, que ce soit en surface, armé de son marteau ou en profondeur, avec l'aide des procédés géophysiques et des sondages d'exploration.

De ce qu'il a observé, il tire des hypothèses sur ce qu'il n'a pu voir, par comparaison, par interpolation ou extrapolation, parfois par simple intuition. Il est certain que plus le géologue a observé de faits, plus sûrement seront fondées ses hypothèses.

Il me souvient d'un jeune collègue américain, alors que je travaillais au Mexique, qui nous dessinait des coupes géologiques invraisemblables, tout simplement parce qu'il avait été éduqué dans un pays de plaine où il n'avait jamais eu l'occasion de contempler des coupes naturelles.

Personnellement, je me suis toujours méfié du type trop astucieux, qui croit pouvoir remplacer les données de base par le produit d'une imagination débordante et pense arriver ainsi à une hypothèse constructive.

A mon avis, une hypothèse ne mérite véritablement son nom et ne peut être constructive que si elle s'appuie sur des faits bien observés, choisis éventuellement par comparaison, d'une part, et que s'il est possible de la vérifier ou de l'infirmier, d'autre part. C'est donc un chaînon dans le raisonnement du naturaliste, chaînon inséparable des deux anneaux qu'il relie.

*
**

Fort heureusement, le domaine de l'observation géologique a pris, depuis quelques années, une ampleur considérable, en même temps qu'une précision de plus en plus fine.

Et c'est, pour une grande part, aux travaux des pétroliers qu'il le doit.

Géographiquement, d'abord, l'exploration pétrolière s'est étendue peu à peu sur tous les continents et il ne reste plus guère de régions totalement inconnues sur notre globe.

Des cartes de plus en plus précises ont été levées par une pléiade de géologues jusque dans les terres les plus reculées, les plus arides, le plus malsaines souvent.

Jusqu'à la première guerre mondiale, ces cartes étaient péniblement dressées, avec le seul emploi de la boussole ou du tachéomètre, pas à pas dans le désert brûlant ou dans la brousse épaisse, où la visée ne dépasse souvent pas quelques mètres. Pendant la guerre de 1914 à 1918, des géologues employés comme observateurs d'aviation se sont rendu compte que bien des traits géologiques du sol apparaissaient très distinctement, vus depuis une certaine altitude. Ces traits, reportés sur des photographies aériennes, donnaient les premières bases d'une carte géologique.

Une nouvelle méthode d'exploration était née : la photo-géologie. Celle-ci s'est considérablement développée et perfectionnée depuis. Elle a été abondamment utilisée par la Shell, même au-dessus de régions totalement boisées, comme les forêts de la Malaisie, où il est surprenant de distinguer les ondulations du sol ou le pendage des couches reflété par les mouvements du faite de la forêt.

Mais c'est évidemment au-dessus des régions désertiques que la méthode trouve sa meilleure application. Elle a été largement employée pour la prospection pétrolière du Sahara, économisant un temps qui se chiffre par années sur l'ancienne méthode purement terre à terre.

Toute la surface à prospector est couverte de photos prises en bandes parallèles, à une altitude constante, se recouvrant largement les unes les autres. Ces photos sont alors étudiées à la loupe stéréoscopique et une première ébauche de carte géologique, montrant déjà la plupart des traits structuraux, ainsi que le réseau hydrographique, est établie.

Avec cette carte en mains, le géologue pourra se rendre sans hésitation sur les régions à étudier, y établir la stratigraphie et compléter une carte détaillée et précise.

*

**

En ce qui concerne le sous-sol, le géologue d'autrefois n'avait que la ressource de son imagination ou de son expérience pour dessiner des coupes rejoignant ou prolongeant, sous les plaines, les régions affleurantes.

Ce n'est qu'en 1924, avec la balance de torsion du Baron d'Eotvoës, que la géophysique commença sa contribution à la prospection du sous-sol. Cet instrument ingénieux, mais d'une manipulation délicate et longue, fut remplacé, dix ans plus tard, par le gravimètre, sorte de peson perfectionné et d'une grande sensibilité, très maniable par ailleurs, qui mesure à un dixième de milligal la valeur de la pesanteur aux différents points d'un canevas choisi.

Ces mesures, qui sont reportées sur la carte gravimétrique, reflètent les inégalités de constitution ou de densité du sous-sol. Dans les cas les plus favorables, elles peuvent déceler la présence de mouvements anticlinaux, dans lesquels, en principe, la densité des terrains augmente avec l'âge.

Toutefois, de graves erreurs peuvent se produire dans l'interprétation, par la présence de masses lourdes insoupçonnées, telles que des batholithes éruptifs, qui n'ont rien à voir avec les anticlinaux.

Il en est de même pour la prospection magnétique et les divers modes de prospection électrique, qui mesurent des paramètres physiques : magnétisme remmanent et résistivité électrique, qui ne doivent se traduire en langage géologique qu'avec une extrême prudence.

Ce sont là, en fait, des méthodes de grande reconnaissance, fort précieuses toutefois, car elles permettront de délimiter le champ

d'activité d'une méthode beaucoup plus précise et directe : la prospection sismique.

Cette méthode consiste — vous le savez — à faire exploser une charge de dynamite à quelques mètres de profondeur et à enregistrer par un ensemble de sismographes ou géophones judicieusement placés, le retour de l'onde ainsi émise après qu'elle se sera réfléchi sur des surfaces du sous-sol appelées miroirs sismiques. Ces miroirs sont censés représenter des plans de séparation des couches ou tout au moins des surfaces parallèles à ces plans.

A partir de ces données, qui s'inscrivent automatiquement en sinusoïdes sur un film, on construit une coupe-temps, où sont tracés des horizons-fantômes joignant les trains de miroirs les plus apparemment continus. Toutefois, l'image ne représentera l'allure géologique probable du sous-sol que lorsque seront connues les vitesses de propagation des ondes dans les différentes couches, permettant alors de convertir la coupe-temps en une coupe-profondeur. Les mesures des vitesses de propagation de l'onde doivent obligatoirement se faire dans un sondage, dont la série stratigraphique soit aussi représentative que possible de celle où s'est effectuée la campagne, si possible sur la même structure. Dans le cas contraire, de graves erreurs d'interprétation géologique peuvent s'en suivre.

Une campagne sismique comporte une série de profils, autant que possible rectilignes, se recoupant les uns les autres, dont la compilation permettra d'établir une carte d'isochrones, si l'on ne dispose que de coupes-temps, d'isobathes, si l'on a pu mesurer les vitesses de propagation de l'onde.

*

**

Toutefois, si précieuses soient-elles pour la découverte et la délimitation des structures enfouies dans le sous-sol, aucune de ces méthodes géophysiques ne donne de précisions sur la vraie nature des terrains, leur âge, leur composition, leur origine, leur porosité et perméabilité, leur contenance éventuelle en pétrole, en gaz ou en eau. A peine nous donnent-elles des indications sur leur extension horizontale et sur leur épaisseur, dans le cas où la loi des vitesses sismiques est établie avec assez de sûreté.

*

**

L'étude détaillée de la nature des terrains, de leur formation, de leur âge relatif, de leur extension dans l'espace comme dans le temps constitue le vaste domaine de la géologie stratigraphique, avec ses sciences annexes, la paléontologie, la lithologie ou pétrographie sédimentaire, la sédimentologie, la paléogéographie.

Je vous avouerai que je conserve encore un souvenir assez pénible de mes cours de stratigraphie. Cette science comporte, en effet, à sa base, une partie purement descriptive où abondent des termes peu communs dans la conversation courante, des noms d'étages, de sous-étages, de zones, en plus de ceux des fossiles.

Cette stratigraphie descriptive ou statique a pour objectif essentiel de dater les couches de terrains les unes par rapport aux autres et de permettre l'élaboration de la carte géologique montrant la composition et la conformation actuelle de telle ou telle région.

Cependant, à partir de ces bases, la stratigraphie a considérablement étendu son domaine en cherchant à connaître l'origine des terrains sédimentaires, leurs conditions de dépôt, les limites de leur extension présente et passée en liaison avec les grands mouvements tectoniques et d'oscillations du niveau des mers.

Ce domaine, que l'on peut appeler celui de la stratigraphie compréhensive, s'attache à l'étude de séries sédimentaires ou de séquences, suivant un terme créé récemment, et de leur succession dans le temps et dans l'espace. La notion de série sédimentaire, dont on commence à bien connaître la succession normale, est basée elle-même sur la notion de faciès, groupant l'ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques d'un terrain donné.

Chaque série stratigraphique comprend donc une succession de faciès, correspondant eux-mêmes aux conditions géographiques et bathymétriques de la sédimentation. Par leur étude, on obtient non seulement une carte paléogéographique, montrant l'extension de la mer, des lacs ou des lagunes correspondant à un étage donné, mais encore une carte de faciès, ou, si l'on veut, de paléofaciès, à l'intérieur même de cette mer ancienne.

On comprendra sans peine tout l'intérêt d'une telle étude pour les recherches de pétrole, si l'on se rappelle le deuxième principe de cette recherche : la localisation des couches poreuses et perméables capables de constituer des réservoirs.

Dans son traité de Géologie stratigraphique, le Professeur Gignoux a distingué trois grands types de séries sédimentaires :

- 1) Les séries continentales, correspondant à des faciès désertiques, lacustres ou lagunaires. On avait longtemps estimé que ces séries ne présentaient aucun intérêt pétrolier. Le gisement de Quirequire, dans l'Est vénézuélien, qui a produit plus de 400 millions de barils d'huile, en offre un démenti indiscutable.

- 2) Les séries marines épicontinentales, où se rencontrent les faciès détritiques, zoogènes ou coquilliers.

Ce sont certainement les séries les plus étendues actuellement et dont l'intérêt pétrolier s'affirme de plus en plus.

Ce sont elles, par exemple, qui constituent la majeure partie du bassin d'Aquitaine et vraisemblablement la totalité du Bassin de Paris.

Leur épaisseur peut grandement varier et atteindre des milliers de mètres, par le phénomène de la subsidence ou enfoncement progressif du fond sous le poids des sédiments qui s'y accumulent, sans que la profondeur de leur dépôt varie beaucoup.

3) Les séries géosynclinales, comprenant une succession de fosses, de cordillères plissées et d'avant-fosses, où se déposent des sédiments de tous faciès, y compris ceux de mer très profonde. Un faciès, cependant, prédomine dans l'avant-fosse, le faciès flysch, composé d'une succession très monotone et généralement très épaisse par suite de la subsidence, de marnes, grès et argiles. Nous avons vu que c'est le faciès caractéristique de la bordure sud du Bassin d'Aquitaine. Cependant, ces séries dont l'intérêt pétrolier est certain dans les avant-fosses ou sur les cordillères faiblement émergées comme les Petites-Pyrénées, sont actuellement, pour la plupart, hors du domaine de la recherche, soit qu'elles constituent les hautes chaînes de montagne, soit qu'elles se situent dans les grands fonds marins.

*
**

La tâche du géologue pétrolier sera donc de chercher à identifier ces faciès avec la plus grande précision possible et à reconstituer les séries sédimentaires propres à chaque étage.

Cette tâche a fait des progrès considérables ces dernières années, surtout grâce à l'esprit méthodique des pétroliers américains et à l'abondance des données dont ils disposaient.

Le géologue américain est, en effet, très amateur de statistiques et il s'est attaché à représenter numériquement la composition d'un faciès par le pourcentage de ses diverses composantes. Ces pourcentages sont figurés sur des diagrammes triangulaires, dont le plus utilisé a pour sommets 100 % de carbonates, 100 % d'argile, 100 % de silice.

On peut en imaginer bien d'autres suivant les conditions géologiques locales, par exemple ayant pour sommets les détritiques, les zoogènes et les évaporites. Ces diagrammes seront donc chimiques, ou lithologiques ou minéralogiques, suivant les possibilités d'analyse et les exigences de la recherche.

On peut également réaliser des diagrammes circulaires qui permettent d'introduire plus de trois composantes.

A partir de ces diagrammes sont élaborées des cartes de faciès, soit en courbes d'égale valeur de telle ou telle composante à mettre

en évidence, soit en figurés conventionnels correspondant à ceux du diagramme.

*
**

Ce souci de l'expression numérique s'étend encore à bien d'autres éléments de l'étude géologique et marque un progrès certain, fruit de l'heureuse collaboration du géologue avec le chimiste, le physicien, l'ingénieur.

C'est ainsi que, par l'analyse granulométrique des grès ou des sables, on arrive à établir des cartes d'isoporosité, très utiles dans la recherche des anciens rivages. Par celle des minéraux lourds, on arrive à saisir le sens de la provenance de la sédimentation. Par celle des pressions, celui de la circulation des fluides, eau ou pétrole.

On a aussi cherché à établir des cartes montrant le sens et l'étendue de la dolomitisation secondaire des calcaires, donnée si précieuse pour la recherche pétrolière.

*
**

Je pourrais vous en citer encore bien d'autres, mais l'heure s'avance et je ne voudrais pas abuser de votre patience. Il me faut donc conclure.

Nous avons vu que la recherche méthodique du pétrole est avant tout l'affaire du géologue et que celui-ci est de plus en plus mis à contribution, du fait de la demande toujours croissante d'une part, par suite de l'épuisement graduel des gisements, d'autre part.

Nous avons vu qu'après la découverte de la plupart des gisements anticlinaux les géologues américains ont été obligés de rechercher d'autres pièges, dits stratigraphiques, et qu'ils y ont été amenés grâce à d'innombrables sondages, dont certains ont été implantés en dehors de toute préoccupation géologique.

Nous avons vu comment ces recherches ont favorisé les progrès de la stratigraphie et à quel point l'heureuse collaboration du géologue pétrolier avec le chimiste, le physicien, le géophysicien et l'ingénieur avait fait progresser la connaissance toujours plus précise des terrains.

La géologie pétrolière, née il y a moins d'un siècle, est maintenant une science adulte s'exprimant numériquement, qui a encore beaucoup à apprendre, certes, mais qui ne peut que s'enrichir encore à la mesure des renseignements que lui apporteront les sondages.

LES ORCHIDÉES*

Maurice THIRION **

Il y a quelque trente ans, M^e Boulay, alors Président de la Société Centrale d'Horticulture, me priait de faire aux membres de cette Société une petite causerie horticole ou botanique : j'avais choisi comme texte — non sans quelque appréhension — « Les Merveilles du Monde Végétal. — Bien des années ont passées depuis et si je me trouve aujourd'hui devant vous, Messieurs, c'est à la demande de votre éminent Président, Monsieur le Professeur Werner, qui a bien voulu s'intéresser à la communication récente que j'ai faite à la séance solennelle de la Société Centrale d'Horticulture de novembre dernier, sur le monde étrange et merveilleux, lui aussi, des Orchidées.

Je m'excuse par avance, connaissant mieux la pratique horticole que les arcanes de la botanique, des simplifications que j'apporte à cette causerie : le sujet que j'évoque est inépuisable et permet tous les développements; je me limiterai, si vous le voulez bien, à quelques considérations d'ordre général sur la fécondation et le semis d'une part, sur la classification et la culture, d'autre part.

En ce qui concerne la fécondation, vous n'ignorez pas que les Orchidées présentent un dispositif floral d'une ingéniosité telle que les botanistes qui l'ont étudié — le grand Darwin tout particulièrement — en sont demeurés émerveillés. Dans son ouvrage célèbre : « De la fécondation des Orchidées par les insectes » le grand Naturaliste révèle des faits résultant d'innombrables observations, et qui confondent l'imagination.

Le pollen est aggloméré en petites massues visqueuses qui constituent les pollinies, lesquelles sont placées de telle façon qu'elles ne peuvent féconder la fleur même où elles se trouvent mais par contre, se fixent, par le liquide visqueux qu'elles secrètent, sur la trompe des insectes qui viennent aspirer le nectar de ces fleurs. Or, — et c'est ici qu'intervient une de ces particularités merveilleuses dont je parlais tout à l'heure — il se trouve que seule la partie

* Présentation d'échantillons et conférence donnée à la séance du 12 janvier 1956.

** Directeur du Service des Promenades de la Ville de Nancy.

supérieure des pollinies contient des grains de pollen fertiles : il faut donc ; quand l'insecte visite une fleur voisine, que cette partie supérieure seule vienne en contact avec le stigmate ; ceci est réalisé par un phénomène que l'on peut répéter à volonté à l'aide d'une fine pointe qui cueille les pollinies : recueillies verticales ou presque, elles décrivent, dans la minute qui suit, une trajectoire qui les couche horizontalement, tête en avant, sur la trompe de l'insecte ou sur une pointe de crayon, présentant alors en avant, prêt à la fécondation, le pollen fertile de la partie supérieure des pollinies.

Il ne peut donc y avoir, en aucun cas, autofécondation mais seulement fécondation croisée par l'intermédiaire des insectes. Dès la fécondation réalisée, la fleur se fane et la graine mûrit plus ou moins lentement — 2 à 4 mois en moyenne.

Jusque vers la fin du XIX^e siècle, la germination des graines d'Orchidées — lesquelles ne l'oublions pas ne sont pas constituées, comme les autres graines, d'une plantule et d'une réserve alimentaire, mais seulement de quelques cellules différenciées — était chose impossible pour les orchidophiles. Malgré toutes les précautions prises, toutes les « astuces » de culture réalisant en milieu artificiel les conditions de vie naturelles de ces plantes, les semeurs se heurtaient à des échecs répétés. C'est alors qu'un savant éminent, Noël Bernard, entra en scène et trouva la solution du mystère.

J'ai relaté au cours d'une causerie faite à la Société Centrale d'Horticulture, en 1946, ce que furent les travaux d'une portée imprévisible de ce grand savant. Dans un petit ouvrage de vulgarisation paru dans la Collection l'Avenir de la Science, sous la direction de Jean Rostand, M. Magrou, Chef de Service à l'Institut Pasteur, autre savant éminent, exposait sous le titre un peu déconcertant « De l'Orchidée à la Pomme de terre », les recherches et la portée des travaux de Noël Bernard, mort trop jeune en 1911.

Vous avez sans doute entendu parler de la trouvaille faite par ce dernier de jeunes semis naturels de Néotties Nid d'Oiseau (Néottia Nidus-Avis), la plus laide de nos orchidées indigènes — semis qui, portés sous le microscope, révélèrent la présence dans les racines d'écheveaux de mycélium d'un champignon parasite, en l'espèce un Rhizoctonia, lequel vivait en symbiose avec l'orchidée. Seule, la présence de ce champignon permet, par phagocytose, une modification du milieu cellulaire de l'embryon qui transforme en molécules de sucre très petites et très nombreuses les molécules d'amidon existants. La voie était ouverte pour le succès définitif : s'inspirant de ces données, Noël Bernard semait des graines d'orchidées, préalablement aseptisées, sur un milieu sucré, lequel sous une concentration de 20 à 40 p. 1.000, donnait une germination presque totale. La

science, une fois de plus, avait, d'une façon lumineuse, trouvé la solution d'un problème jusque-là insoluble.

Les semeurs d'aujourd'hui utilisent toujours des milieux gelosés, en ballons ou en flacons d'Erlenmeyer, avec des solutions d'agar-agar à base de sucre (20 grammes au litre), de sulfate de magnésie, de nitrate de calcium et de quelques autres sels. Il est nécessaire d'effectuer un dosage Ph qui ne doit pas excéder 6,8.

Dès la germination, les plantules sont repiquées en milieu convenable et, dans les serres à orchidées, rencontrent la présence du *Rhizoctonia* qui joue alors son rôle favorable à la croissance. Mais les semeurs spécialisés recommandent néanmoins l'apport de champignons endophytes actifs prélevés, avec certaines précautions, sur des racines de plantes adultes.

Les magnifiques travaux de Noël Bernard devaient d'ailleurs l'inciter à étendre ses études sur la symbiose à la tubérisation en général, (le *Rhizoctonia* est l'hôte des nodosités, des Légumineuses) et à la formation des tubercules de pommes de terre, en particulier, masi ceci est une autre histoire.

Comment classe-t-on, de façon pratique j'entends, cette immense famille des Orchidées qui couvre le globe : il serait d'abord possible de distinguer les Orchidées indigènes d'Europe, sur lesquelles un petit atlas fort bien conçu vient de paraître, des Orchidées exotiques, les plus nombreuses et les plus belles.

Il est possible aussi de déterminer trois grands groupes : les Orchidées terrestres qui vivent sur le sol comme presque toutes les plantes (et c'est le cas de la plupart des Orchidées d'Europe) ;

Les Orchidées saprophytes, dont le type est justement la Néottie Nid d'Oiseau : elles sont dépourvues de chlorophylle (bien que n'étant pas parasites) et sans valeur ornementale.

Les Orchidées épiphytes — exotiques et de loin les plus belles — qui utilisent la cime des arbres comme support, et dont les racines aériennes, revêtues d'un voile argenté, absorbent les éléments nutritifs dissous dans l'atmosphère.

Il est enfin une troisième classification purement horticole et pratique — basée sur l'origine, le lieu d'habitat des Orchidées :

1° Orchidées de serre froide : originaires des montagnes d'altitude assez élevée : *Odontoglossum*, par exemple ;

2° Orchidées de serre tempérée — 18 à 20° en moyenne — Originaires des pays chauds : *Cattleya*, *Miltonia*, *Phalœnopsis*, *Oncidium* ;

3° Orchidées de serre chaude : 20 à 25° : *Vanda*, *Sélenipedium*, *Dendrobium*, *Angraecum*, *Anoectochilus*.

Les soins de culture se résument très succinctement en quelques points essentiels :

Humidité et chaleur constantes : le sol devant demeurer humide en permanence, pas de bassinages directs mais sur et sous les tablettes de serres, sauf pendant la belle saison.

Ombrage : à surveiller de très près, toutes ces plantes redoutant les rayons solaires directs : cette ombre toutefois ne devra pas être opaque, mais réaliser le clair-obscur des forêts.

Aération : très réduite et toujours très indirecte.

Arrosages : Ne doivent se faire qu'à l'eau de pluie exclusivement. Plus abondants pendant la période de végétation (formation des pousses de fleurs). Un bon critère à cet égard est l'état des têtes de sphagnum recouvrant les paniers ou pots à orchidées et qui doivent toujours être humides, bien vertes c'est-à-dire vivantes.

Rempotages : les éléments dans lesquels doivent vivre en serres les orchidées, sont basés sur ceux rencontrés à l'état de nature et dans lesquels elles puisent ce qui est nécessaire à la croissance : ce sont, par ordre d'importance, le sphagnum, cette belle mousse calcifuge des sous-bois très humides et qui est le « pain des orchidées » ; sa présence, en menues têtes disposées en surface, est indispensable à la croissance normale des orchidées. Les fibres de polypode (racines du *Polypodium vulgare*), les rhizomes d'*Osmonde royale*, assurent un bon drainage.

Le charbon de bois, le terreau de feuilles, la terre de bruyère, sont souvent adjoints aux éléments ci-dessus suivant la nature des plantes.

Les récipients seront des pots spéciaux avec larges fentes d'aération ou, d'une façon plus classique, des paniers faits de menus morceaux de bois assemblés en ménageant de larges ouvertures. Les racines, si particulières, des orchidées — que vous pouvez voir sur les spécimens présentés, peuvent ainsi, comme dans leur milieu naturel, puiser dans l'atmosphère ambiante l'humidité et les éléments nécessaires à leur végétation.

Les rempotages doivent être faits avec un soin tout particulier pour ne pas blesser les racines fragiles et surfacés de sphagnum vivant. Ils se font à des époques variables suivant la végétation propre à chaque genre : le principe essentiel est de tenir compte du départ de la végétation. Les *Cattleya*, les *Cypripèdes*, les *Vanda*, seront rempotés au début de l'année ; les *Phalaenopsis* en août-septembre, les *Odontoplossum* en automne. Les insectes, en particulier les cochenilles, les *Thrips*, l'araignée rouge, les limaces, dont les œufs se trouvent fréquemment dans le sphagnum, sont de redoutables ennemis qui dégradent parfois de façon irrémédiable le feuillage.

Tous doivent être combattus avec les moyens que la science met à notre disposition mais aussi par des lavages fréquents du feuillage et, si nécessaire, l'accrochage des pots ou des paniers sous le faîtage des serres.

Les maladies sont à vrai dire beaucoup moins dangereuses que les insectes, sauf en ce qui concerne la redoutable « toile » ou pourriture grise (*Botrytis cinérea*) qui attaque les jeunes semis d'orchidées comme d'ailleurs toutes les autres plantes.

Avant que de terminer ce très rapide exposé, je voudrais également souligner l'œuvre magnifique accomplie dans ce domaine très spécial par nos grands semeurs-hybrideurs : la Maison Vacherot-Lecoufle, en particulier, à Boissy-St-Léger, qui possède un établissement sans doute unique en Europe, a réussi dans les genres *Cattleya*, *Phalaenopsis*, *Vanda*, *Miltonia*, *Cypripedium*, *Odontoglossum* des séries d'hybrides de toute beauté qui sont appréciés du monde entier. Les semis que pour l'hybridation et j'en suis revenu chaque fois émerveillé.

Voici, à titre de spécimen, quelques genres cultivés dans les serres municipales :

Oncidium : Mexique, Amérique centrale, Antilles, Brésil. Comme les *Cattleya*, demandent un maximum de lumière.

Oncidium ornithorynchum (Guatemala) : Serre froide, fleurs odorantes, rose lilacé.

Oncidium Adrar : hybride de Comtesse de Bretonne × *Forbesii*, Grand labelle jaune d'or.

Cattleya Trianae : considéré comme le genre type de l'orchidée de serre chaude.

Les plantes que nous possédons étant toutes des hybrides issus de nombreux croisements d'espèces ou bi-génériques : *Cattleya*, *Loelia* ou *Sophranitis*, etc.

De splendides variétés ont été obtenues du mauve au blanc et du pourpre au jaune citron.

Les *Cattleya Trianae* (Colombie) sont à l'origine de nombreux hybrides particulièrement décoratifs. On compte dans ce genre plus de 2.500 variétés hyb.

Phalaenopsis Esmeralda : le terme *Phalaenopsis* issu du mot grec *Phalaina*, sorte de papillon et *opsis* — ressemblance, indique l'aspect élégant des hampes florales de ce genre, originaire d'Indonésie, Java, Bornéo, des Philippines.

La variété *Esmeralda* provient de la Cochinchine et de la Birmanie. Fleurs variant du pourpre améthyste au lilas pâle.

La variété *Rève Rose* est un des plus beaux hybrides de ce genre : il est issu du croisement *Schilleriana* × *Alger* : la floraison d'une

serre entière de Phalaenopsis hyb. roses ou blancs (issus de P. Amabilis) est un spectacle inoubliable.

Laelio-Cattleya Automnalis : le genre Laelia aurait été dédié à un philosophe et orateur romain Caius Laelius ou à une vestale de grande beauté. La plupart des sujets types sont originaires du Mexique ou du Brésil. Fréquemment croisé avec le genre Cattleya, il a donné ces plantes élégantes et délicates que vous voyez.

Epidendrum Ciliare : le mot épidendrum (épi : sur, et dendrum : arbre) rappelle le caractère épiphyte de ces plantes. Originaires d'Amérique Centrale et du Brésil, l'Epidendrum rappelle l'aspect des Cattleya ; la fleur est fort originale.

Cypripedium Hyb. : Ceci est un hybride parmi les milliers d'autres obtenus dans ce genre magnifique et inépuisable qui a fait le bonheur des hybrideurs.

Un savant professionnel, M. Opoix, Conservateur honoraire des Jardins du Luxembourg, en avait, avant-guerre, réuni une collection unique dans les serres du Sénat. Nous connaissons tous le modeste et charmant Sabot de Vénus, indigène dans certaines forêts, de Haute-Marne, par exemple.

Du *Cypripedium* insigne (Indes) *Barbatum* (Malaisie) *Lawrenceanum* (Bornéo), du *Rothschildianum* (Nouvelle-Guinée) sont issus plus de 5.000 hybrides tous remarquables dans les tonalités toutes particulières à ce genre : vert émeraude, brun, jaune, pourpre violacé.

Selenipidium Schroderæ J. *Caudatum* et J. *Sedemi.* : Costa-Rica,

Cymbidium eburneum (Nord de l'Inde) : Ce sont des Orchidées indoues ou birmanes, de taille imposante souvent, à pseudo-bulbes, à longues feuilles en éventail. L'espèce *eburneum*, à teinte ivoire comme son nom l'indique, est fort décorative et se trouve à l'origine de très nombreux croisements.

Je termine enfin cette petite présentation par une orchidée dont le nom est bien connu de tous, mais dont la plante l'est moins : j'ai nommé la Vanille (*Vanilla planifolia*) originaire d'Amérique centrale et qui est une des rares orchidées grimpantes cultivée en serre chaude. Les fleurs, nules au point de vue décoratif, fécondées artificiellement pendant une période favorable, donnent facilement ces belles gousses qui, de vert tout d'abord, virent au brun à la maturité et traitées industriellement fournissent au commerce ces fruits délicieusement parfumés que nous utilisons en pâtisserie.

LES TUMEURS GÉNITALES A RETENTISSEMENT HORMONAL*

P. FLORENTIN

Je me contenterai dans cette causerie, en choisissant quelques exemples caractéristiques tirés des tumeurs génitales, de vous montrer que la clinique, associée à l'anatomie-pathologie, vient à l'appui des sciences fondamentales, la physiologie et l'histologie en particulier, pour confirmer des notions désormais classiques, découlant en majeure partie des recherches expérimentales qui ont puissamment marqué l'activité des biologistes au cours de ce demi-siècle.

Je suis heureux de souligner, à ce propos, que l'École de Nancy, avec Nicolas et Prenant, les Professeurs Ancel et Bouin, Rémy-Collin, Lucien et leurs élèves immédiats, s'est inscrite à l'avant-garde de ce vaste mouvement scientifique dont nous apprécions aujourd'hui, avec le recul des années, les immenses répercussions dans le domaine de la Biologie et de la Médecine.

« La période contemporaine, dit *Caullery*, peut être caractérisée par la brillante fortune de l'Endocrinologie ». Il est classique de rappeler que c'est à *Claude Bernard*, il y a exactement un siècle (1855) que nous devons la notion de glandes à sécrétion interne, notion assez étroite d'abord, mais entièrement renouvelée et développée par *Brown-Sequard* (1891) qui affirme qu'il existe dans l'organisme des glandes dépourvues de canal excréteur qui déversent dans le sang des principes affectant d'une manière élective des tissus voisins ou éloignés. Cette idée de corrélation fonctionnelle par voie humorale fut confirmée très rapidement par la recherche expérimentale ; un fait est établi : d'un point à un autre de l'organisme se transmettent des substances qui déterminent des effets spécifiques. Ces substances furent dénommées *hormones*, par *Starling*, en 1905.

L'endocrinologie a rapidement conquis droit de cité dans le domaine des sciences biologiques. Les principes actifs extraits des glandes closes ont été isolés, voire même synthétisés. La diversité de leur action est extraordinaire : les hormones interviennent dans la nutrition, la croissance, la morphogénèse, la reproduction, la sexualité, la régulation du milieu intérieur. On pense même pouvoir ratta-

* Conférence donnée à la séance du 12 avril 1956.

cher, avec quelques restrictions, le fonctionnement des organes nerveux à un mécanisme hormonal, par l'intermédiaire de médiateurs chimiques, comme l'adrénaline et l'acétylcholine.

Ces principes endocriniens sont universels : ils existent aussi bien chez les plantes que chez les Invertébrés et les Vertébrés ; on les a reconnus chez les végétaux les plus inférieurs. Peut-être existent-ils chez les Protozoaires et les Bactéries ! « Aussi la notion d'hormone, dit J. Rostand, est-elle devenue l'une des plus vastes et des plus fécondes qui soient ».

Les tumeurs hormonogènes.

La majorité des tumeurs productrices d'hormones se constitue aux dépens des glandes endocrines classiques. D'autres cependant dérivent soit de tissus aberrants, appelés dysembryoplasiques, soit d'éléments placentaires embryonnaires ou hétérotopiques.

Nous insisterons toutefois sur le fait que toutes les tumeurs des glandes endocrines ne sont pas hormonogènes; certaines ne se traduisent cliniquement par aucune perturbation caractéristique. Pour qu'une tumeur produise une hormone, il convient que son parenchyme ait conservé ses capacités sécrétoires et ne soit pas trop différent du tissu glandulaire normal. Nous savons, en effet, que les cancers, parce que souvent très différenciés, sont moins fréquemment hormonogènes que les tumeurs bénignes ou adénomes.

Nous allons examiner successivement plusieurs types de tumeurs à retentissement hormonal, en prenant des exemples classiques, dont l'interprétation physiopathologique ne suscite actuellement aucune discussion.

Je limiterai aujourd'hui mon exposé — car le sujet est très vaste et ne peut être aisément présenté dans les délais impartis à nos causeries habituelles — à l'étude des *tumeurs hormonogènes des glandes génitales*. Ce sont, en effet, les mieux connues, et celles pour lesquelles ne se pose aucun problème pathogénique. Elles permettent en outre de rappeler certaines notions intéressantes d'embryologie et d'endocrinologie générale et de confronter aisément la clinique et l'expérimentation.

A. — Tumeurs hormonogènes du testicule.

Le testicule normal, gonade mâle, est essentiellement constitué chez l'adulte par des canaux séminifères, générateurs des spermatozoïdes, et par un tissu interstitiel, de structure endocrinienne, formé de cordons et d'ilôts plus ou moins volumineux de cellules polyédriques, renfermant des enclaves diverses (protéiques et lipidiques) et

parfois des cristalloïdes de nature protéique (de Reinke), considérés par certains comme représentant histologiquement le substratum du principe actif de la glande.

On sait que le testicule, par sa glande interstitielle, secrète une hormone qui tient sous sa dépendance l'apparition et le maintien des caractères sexuels secondaires. Cette hormone, ou *androstérone* (testostérone), susceptible d'être isolée de l'urine, a été reproduite synthétiquement. Elle s'apparente chimiquement au principe qui est élaboré par le cortex surrénal et que nous parvenons à doser dans les urines, hormone appartenant au groupe des *17 cétostéroïdes*, principe dont l'augmentation est manifeste dans certaines proliférations tumorales testiculaires et cortico-surrénales.

Le testicule fournit deux types de tumeurs : les *séminomes* qui dérivent du *tissu spermatogénétique*, et dont le retentissement endocrinien est minime, n'intéressant nullement le comportement somatique de l'individu, et se traduisant parfois par une excrétion exagérée de prolan B, et par l'apparition d'une gynécomastie (hypertrophie mammaire). Mais ces phénomènes sont inconstants.

Un autre type de *tumeur testiculaire* est représenté par les tumeurs à *cellules interstitielles*, dont le retentissement hormonal est fréquent. Chez l'enfant (7 cas relevés dans la littérature médicale), elles provoquent une pseudo-puberté précoce, avec développement prématuré des caractères sexuels secondaires et du psychisme masculin.

Chez l'adulte, un symptôme endocrinien est parfois manifeste. Il s'agit d'une hypertrophie mammaire (3 fois dans les 30 cas relevés dans la littérature), et, plus rarement, d'un *hypervirilisme* dont je voudrais rapidement vous entretenir, à propos d'une observation personnelle récente, rapportée par Rauber et moi en 1954.

Il s'agit d'un jeune homme de 21 ans, hospitalisé pendant son service militaire pour une tumeur du testicule gauche. C'est un homme trapu, musclé, qui paraît avoir 35 à 40 ans, porteur d'une calvitie précoce, et d'une pilosité extrêmement prononcée de tout le thorax et de l'abdomen, lui donnant un aspect simiesque assez accusé. La peau est en outre parsemée de follicules d'acné nécrotique. Le malade se serait rasé à 9 ans. Le psychisme est assez retardé.

On reconnaît à l'examen la présence d'une tumeur testiculaire gauche, accompagnée d'épanchement dans la vaginale, tumeur de la grosseur d'une orange, qui est opérée et confiée au laboratoire. On diagnostique facilement une tumeur à cellules interstitielles, ne présentant malgré quelques anomalies nucléaires, aucun caractère évident de malignité.

Notons que le dosage des 17 cétostéroïdes urinaires, qui accusait

avant l'intervention chirurgicale 182 mg par 24 h., montre au bout de 1 an et demi une excrétion de 16,7 mg seulement par 24 h., chiffre sensiblement égal à la normale (les deux tiers des céstéroïdes éliminés par l'urine sont d'origine surrénale).

L'examen de la tumeur montre une masse dense, de couleur jaune, brunâtre, multinodulaire, constituée histologiquement par des îlots et des cordons de cellules épithéliales d'architecture endocrinienne, séparés par des capillaires sanguins de type sinusoides.

Les cellules tumorales, polygonales, à noyau unique ou multiple, présentent un cytoplasme acidophile renfermant quelques grains envacuolés, de nature vraisemblablement protéique, mais aucune cristalloïde.

Ces tumeurs sont parfois des cancers, caractérisés par l'apparition d'une dissémination métastatique (6 ou 7 cas authentiques), pouvant se produire 4 ans après l'intervention. Dans le cas qui nous préoccupe nous avons l'intention de revoir périodiquement notre malade, pour essayer de dépister chez lui l'éventualité d'une métastase par le dosage systématique des 17 céstéroïdes urinaires.

B. — *Tumeurs hormonogènes de l'ovaire.*

L'ovaire est un organe très complexe, et les tumeurs qui en dérivent, qu'elles soient bénignes ou malignes, n'ont pas encore pu faire l'objet d'une classification satisfaisante. L'hétérogénéité structurale des tumeurs ovariennes tient au fait que le parenchyme ovarien procède, embryologiquement, d'une ébauche mésodermique au niveau de laquelle se juxtaposent et, parfois, se compénètrent, des blastèmes variés, dont les différents éléments fournissent, en principe des organes définitifs (glande génitale proprement dite, rein, cortex surrénal), mais peuvent subsister dans l'ovaire adulte ou à proximité de celui-ci sous forme de reliquats susceptibles d'évoluer, après la naissance, sous forme de tumeurs très disparates. Ne se développe-t-il pas, dans cet organe — les tumeurs à proprement parler génitales procédant du blastème femelle mises à part — des néoplasmes de type testiculaire, surrénalien, et excréteur ?

Négligeant toutes les tumeurs ovariennes sans aucun retentissement endocrinien — ce sont de beaucoup les plus fréquentes et de classification difficile — je consacrerai cet exposé à l'étude des tumeurs qui traduisent leur présence par des perturbations physiologiques ou des modifications somatiques, suffisamment évocatrices parfois, pour que l'investigation clinique bien conduite permette, à elle seule, de suspecter leur existence.

Avant d'entrer dans le vif du sujet, il me paraît indispensable de rappeler, très brièvement, quelques considérations embryologiques

et histologiques non dénuées d'intérêt, qui nous permettront d'expliquer l'origine de certaines tumeurs ovariennes.

a) *Rappel d'organogénèse et d'histologie ovariennes.*

L'ovaire de la femme et des mammifères prend naissance, à une époque très reculée de l'ontogénèse au niveau d'une zone restreinte de l'épithélium coelomique située entre le rein secondaire (corps de Wolff) et la racine du mésentère. *L'éminence génitale*, d'où procédera l'ovaire, avoisine l'ébauche de la surrénale, et lui est si contiguë qu'il est difficile d'après *Da Costa*, chez l'embryon très jeune, de délimiter les deux épithéliums, génital et surrénal.

A partir du deuxième mois, disent les classiques, les cordons sexuels prolifèrent et s'enfoncent dans le mésenchyme de l'éminence génitale, se mettant en relation avec les canalicules rénaux.

Les cordons sexuels de première poussée sont formés de grandes et petites cellules germinatives, gonocytes primordiaux et cellules satellites. Ils régressent assez rapidement chez la future femelle, de même que les canalicules wolffiens, mais persistent sous forme de vestiges au niveau de la zone médullaire de la future gonade, sans destination effective, tandis que chez le mâle ces formations persistent et sont l'ébauché des cordons séminifères, qui fourniront les spermatozoïdes chez l'adulte. La gonade mâle emprunte donc ses canaux excréteurs au système canaliculaire du rein secondaire ou corps de Wolff, inemployé chez la femelle.

Une seconde poussée germinative issue de l'épithélium coelomique suit, de près, la première prolifération. Les cordons germinatifs, situés dans la zone corticale de l'organe se fragmentent en petites formations arrondies (les follicules primordiaux), comportant chacun un *gonocyte* (futur ovule) et une couche de petites cellules périphériques, les *cellules folliculeuses*. Un contingent très réduit de ces follicules parviendra à maturité chez la femme. Beaucoup disparaissent par atrésie au cours de la période prépubère et de la vie génitale.

La discussion porte encore sur la nature des cellules folliculeuses. Pour les classiques, ce sont des cellules équivalentes aux cellules sexuelles. Une autre hypothèse, émise par les auteurs anglo-saxons, considère qu'il s'agit là de cellules mésenchymateuses appartenant au stroma primitif de l'organe. Tous les éléments de l'ovaire, gonocytes exceptés, dériveraient pour ces auteurs, d'un même blastème indifférencié. L'ovaire, mésenchymateux dans son ensemble, n'est que le réceptacle temporaire de gonocytes.

Pourvu de ses éléments fondamentaux, l'ovaire se parachève au cours de la période prépubère en édifiant son stroma conjonctif et

ses vaisseaux. Il comporte un cortex, renfermant des follicules primordiaux, dont quelques uns s'organisent en follicules jeunes, par prolifération des cellules folliculeuses. A l'approche de la puberté, le stimulus hypophysaire favorise le développement rapide de certains follicules dont les petites cellules se multiplient activement formant un amas compact de *cellules folliculeuses*, entourant l'ovocyte, amas qui se creuse secondairement d'une cavité remplie de liquide à propriétés endocriniennes, renfermant de la folliculine.

Au pourtour des follicules involutifs ou évolutifs (gamétogènes) se différencient une ou deux couches de cellules prismatiques, à caractères endocriniens évidents, constituant la thèque interne ou glande thécale de *Dubreuil*. Cette thèque persiste autour des corps jaunes, glandes endocrines qui succèdent périodiquement aux follicules rompus.

Il subsiste accessoirement au niveau de la zone médullaire de l'ovaire adulte, très richement vascularisée, mais dépourvue de follicules, des formations épithéliales rudimentaires, les cordons médullaires, qui ont la signification d'éléments mâles, de type spermatogénétique ou interstitiel. Il existe en outre dans le hile de l'organe, des foyers de cellules à enclaves lipidiques, assimilables à des éléments du cortex surrénal.

Nous retiendrons dès maintenant qu'il persiste dans l'ovaire, glande génitale femelle, des vestiges embryonnaires de signification testiculaire et surrénale. Ces résidus qui ne sont doués, à l'état normal, d'aucune activité physiologique précise, sont susceptibles de fournir, éventuellement, des tumeurs douées d'une activité endocrinienne intense.

b) *L'ovaire, glande endocrine.*

L'ovaire est, on le sait, en dehors de sa fonction gamétogène, une glande endocrine, contrôlée par la préhypophyse, qui déclenche et coordonne son rythme sécrétoire.

Cette fonction homogène de l'ovaire conditionne essentiellement le développement du tractus génital et plus particulièrement de la muqueuse utérine qu'elle prépare à l'hébergement de l'œuf fécondé et à la nutrition de l'embryon ; on sait en outre qu'elle provoque le développement de la glande mammaire et son adaptation à la lactation.

L'activité endocrinienne de l'ovaire est, chez la femme, périodique et cyclique. Elle s'accomplit au cours d'un *cycle* qui se déroule normalement en 28 jours. Pendant cette courte période se manifestent au niveau du tractus génital des modifications importantes de la muqueuse, et accessoirement des tuniques, et qui peuvent être

décomposées en deux phases successives, d'égale durée : la *phase folliculaire*, correspondant dans l'ovaire à la maturation d'un follicule, qui dure 14 jours environ, et prend fin à la rupture folliculaire et à l'expulsion de l'ovocyte, et la *phase lutéinique*, caractérisée par l'évolution très rapide d'un organite qui se forme aux dépens de l'ovisac, le *corps jaune périodique*. Le cycle se termine au moment de l'involution du corps jaune, par la chute partielle de l'endomètre, accompagnée d'une hémorragie, et qui correspond à la *menstruation*.

Deux hormones se succèdent dans le fonctionnement cyclique de l'ovaire : l'hormone de la phase folliculaire est la *folliculine* (*Courrier*), celle de la phase lutéinique est la *progestine* ou *progestérone* (*Corner*).

La *folliculine*, hormone répandue dans le règne animal et végétal, et dont la décharge dans l'organisme correspond au mûrissement du follicule, provient manifestement de ce dernier, mais plus particulièrement des *cellules thécales* plutôt que des cellules folliculeuses, suivant la conception classique, admise par *J. Benoît*. Nous verrons que l'anatomie-pathologique ne corrobore pas entièrement cette conception.

La *progestérone*, hormone strictement ovarienne est élaborée par le corps jaune, petite formation éphémère quand l'ovule n'est pas fécondé, mais persistant pendant toute la gestation, s'il y a eu fécondation.

L'action de ces deux hormones sur l'endomètre est bien connue : la folliculine joue un rôle trophique : elle conditionne la *réparation de la muqueuse* après chaque menstruation ; la progestérone déclenche la *sécrétion des glandes utérines* et favorise l'*évolution déciduiforme* des cellules fixes du chorion : elle prépare la nidation ovulaire.

c) *Les tumeurs ovariennes hormonogènes.*

Bénignes ou malignes, ces tumeurs, relativement rares, dérivent essentiellement :

1) des *follicules*, des *corps jaunes*, et de la *glande thécale*, éléments strictement ovariens,

2) des *reliquats de formations embryonnaires* incluses dans le parenchyme ovarien ou dans son voisinage immédiat.

Nous les classerons d'après leur action sur l'organisme en tumeurs *folliculinisantes*, *lutéinisantes* et *masculinisantes*.

1) *Tumeurs ovariennes folliculinisantes.*

Elles se traduisent par une élévation permanente du taux de la folliculine, responsable des troubles physiologiques intéressant le

comportement sexuel, et de modifications très poussées de la muqueuse utérine.

Ces tumeurs résultent de la prolifération soit des cellules folliculeuses, soit des cellules thécales. De structure différente suivant leur origine, elles engendrent cependant les mêmes symptômes.

Les classiques de langue française envisagent séparément, dans la nomenclature carcinologique, les *tumeurs de la granulosa* (folliculomes de certains auteurs) et les *tumeurs thécales*.

Les cancérologues anglo-saxons (*Willis* en particulier), qui admettent l'origine identique des différents éléments de l'ovaire, (cellules granuleuses et cellules thécales) ne font aucune discrimination entre ces deux types de tumeurs, dont le retentissement sur l'organisme est absolument identique.

Nous maintiendrons dans cet exposé la distinction entre les tumeurs de la granulosa et les tumeurs thécales, qui, envisagées au point de vue anatomique et clinique (et en particulier de leur indice de malignité) s'avèrent différentes dans leur structure et leur comportement.

Tumeurs de la granulosa

Leur étude détaillée remonte au travail de *Varangot* (1937) qui est devenu classique, et auquel j'emprunterai l'essentiel de ma documentation, en y ajoutant quelques détails tirés d'exemples personnels.

Ces tumeurs se manifestent à tout âge, mais plus particulièrement chez les femmes entre 25 et 50 ans, plus souvent que chez les femmes âgées ; elles n'atteignent les enfants que dans la proportion de 5 % (une trentaine de cas publiés).

Leur expression clinique est variable suivant qu'il s'agit d'enfants, de femmes adultes ou de femmes âgées.

Chez la fillette de moins de 13 ans (le cas le plus précoce est signalé à 2 ans et 10 mois, par *Southam*), la tumeur apparaît comme une masse volumineuse unilatérale ; son développement accompagne une perturbation physiologique constante, qui attire en premier lieu l'attention, et qui est liée à la production exagérée de folliculine, engendrant le phénomène assez spectaculaire de *pseudo-puberté précoce*. On observe chez l'enfant un développement de la glande mammaire, du système pileux, et l'apparition d'une hémorragie utérine. Le développement statural s'accélère, on note une modification du psychisme dans le sens essentiellement féminin. Ces enfants deviennent rapidement des « femmes en miniature », ne présentant aucune altération squelettique analogue à celles qui peuvent être engendrées par des tumeurs hypophysaires ou épiphysaires. Dans une de nos observations personnelles, l'enfant, âgée de 13 ans, avait la stature et le psychisme d'une jeune fille de 20 ans bien développée.

Chez les femmes adultes, les symptômes sont moins caractéristiques, car ils se limitent à ceux d'une métrite hémorragique, grave, entraînant une anémie sévère. L'examen de la muqueuse utérine révèle une hypertrophie de l'endomètre. On a signalé une sécrétion mammaire analogue à celle qui se produit dans les premiers mois de la grossesse.

La tumeur abdominale est de volume variable : elle peut être d'une malignité évidente, reconnue par la diffusion métastatique au moment de l'intervention chirurgicale.

Chez la femme après le retour d'âge, schématiquement cinq ans après la cessation des époques, on assiste à une réjuvénescence physiologique de la femme, d'autant plus étonnante qu'elle se produit plus tardivement. Les hémorragies utérines réapparaissent, elles sont capricieuses mais peuvent reprendre un rythme normal. La découverte d'une tumeur parfois volumineuse, coïncidant avec une hyperplasie de la muqueuse utérine, met sur la voie du diagnostic, qui peut du reste errer si la tumeur est de petite taille, et s'orienter vers celui de cancer utérin.

Ces tumeurs peuvent s'accompagner de fibromes utérins, de cancers de l'utérus, cette dernière éventualité semblant assez fréquente pour certains auteurs (*Spaert*).

25 % des tumeurs de la granulosa sont des cancers, et en particulier chez les jeunes femmes. Dans tous les cas, l'extirpation chirurgicale de la masse tumorale fait disparaître les signes cliniques, et en particulier les hémorragies. Chez la femme âgée opérée, on peut voir réapparaître, à la suite de l'intervention, tous les troubles caractéristiques du retour d'âge.

Je serai très bref en ce qui concerne les caractères anatomopathologiques de ces tumeurs car il s'agit d'une question intéressant les spécialistes. De grosseur très variable, micronodulaires ou énormes (on en a signalé qui pesaient 10 kg.), ces néoplasmes sont, comme nous l'avons déjà dit, capables de se comporter comme des cancers et de donner des métastases.

L'histologie de ces tumeurs est assez déconcertante, car leur aspect est très polymorphe : on peut en dégager 4 types fondamentaux : a) la forme *folliculoïde* (les folliculomes de l'ovaire) constituée par des conglomerats de microkystes dont la paroi stratifiée est formée de cellules de petite taille, analogues à celles qui constituent la couche des cellules folliculeuses de follicule ovarien. b) la forme *massive*, vastes îlots de cellules arrondies uniformes renfermant parfois des corpuscules hyalins. c) la forme trabéculaire, en cordons épithéliaux sinueux, assez grêles, anastomosés, séparés par un conjonctif vascularisé. d) la forme *sarcomatoïde*, rappelant une tumeur

fibroblastique plus ou moins évolutive, et qu'il est logique de comparer aux tumeurs thécales que nous envisagerons plus loin.

Dans toutes ces formes, les cellules tumorales apparaissent monomorphes, de petite taille, pauvres en figures de régénération, leur cytoplasme renferme des inclusions lipidiques de nature imprécise.

Nous concluons en disant que ces tumeurs ont été reproduites expérimentalement chez l'animal, soit par irradiation de l'ovaire, soit, chez la rate, par greffe intrasplénique de parenchyme ovarien.

Tumeurs thécales

Les *tumeurs thécales* ou *thécomes*, néoplasmes de la femme adulte ou âgée, sont confondus par les auteurs anglo-saxons avec les tumeurs de la *granulosa*. Ce sont des tumeurs folliculinisantes provoquant l'hypertrophie de l'endomètre, avec hémorragies persistantes chez l'adulte ou réapparition des hémorragies chez la femme après le retour d'âge.

Ces tumeurs sont toujours bénignes. Ce sont des masses dures, jaunâtres, bosselées, ressemblant à des fibromes, parfois creusées de petits kystes mucineux.

Leur structure est très homogène. Elles sont constituées par un tissu d'aspect fibroblastique dont les cellules, disposées en faisceaux très denses, entrecroisés dans toutes les directions, renferment en général des enclaves lipidiques analogues à celles qui caractérisent les cellules de la glande thécale de l'ovaire normal. Le traitement chirurgical se borne à une exérèse de l'ovaire, qui met fin à tous les troubles constatés. On n'a jamais signalé de récidives ni de métastases.

Il nous apparaît donc que les tumeurs thécales, comme les folliculomes ou tumeurs de la *granulosa*, de structure histologique et d'évolution clinique très différentes, produisent les mêmes symptômes. Cette constatation semble être en faveur de la conception uniciste du parenchyme ovarien, admise par les auteurs anglo-saxons.

1) *Tumeurs lutéinisantes de l'ovaire*

Ces tumeurs, rarement diagnostiquées avant l'intervention, et toujours bénignes, ressemblent soit à un corps jaune géant, soit à une tumeur thécale fortement chargée d'enclaves lipidiques. Elles provoquent, chez la femme adulte, une hyperplasie déciduiforme de l'endomètre, simulant une véritable caduque de gestation.

2) *Tumeurs masculinisantes de l'ovaire*

Elles se présentent sous deux types différents et dérivent de vestiges de la vie embryonnaire : ce sont les *arrhénoblastomes* et les *hypernéphromes*.

Les arrhénoblastomes

De nature histologique longtemps discutée, ces tumeurs sont considérées actuellement comme résultant du développement anormal dans l'ovaire d'éléments de nature testiculaire. Ce sont des tumeurs exceptionnelles, bénignes en général, mais qui peuvent s'avérer malignes, comme en témoigne un cas personnel récent. Elles s'observent à tout âge, mais surtout chez la femme adulte et parfois après la ménopause.

Il s'agit de masses situées à proximité de l'utérus, de volume assez conséquent, d'aspect bosselé, de consistance assez dure, parfois creusées de kystes à contenu mucoïde et parsemées de suffusions hémorragiques. *Histologiquement*, on reconnaît soit un parenchyme tumoral très homogène, reproduisant dans son ensemble l'aspect d'une énorme glande interstitielle du testicule, avec cellules polyédriques à enclaves lipidiques et protéiques, mais sans cristalloïdes, soit un complexe tissulaire, comprenant des ébauches de tubes séminifères de type embryonnaire et des îlots de cellules interstitielles.

Cliniquement, ces tumeurs engendrent, chez l'enfant, un syndrome de masculinisation, et chez la femme adulte des signes de déféminisation.

Chez la fillette, on constate la persistance d'un état infantile du tractus génital, l'absence de développement de la glande mammaire, une pilosité abondante de type masculin. Les membres prennent des contours plus heurtés, la voix devient grave; l'enfant peut présenter un acné persistant; le psychisme et les tendances évoluent dans le sens d'un tempérament garçonnier. Ce tableau correspond dans une certaine mesure à celui qui est engendré par certaines tumeurs hypophysaires ou corticosurrénales. L'ablation de la tumeur ovarienne fait disparaître ces signes et permet à l'enfant de poursuivre son évolution normale dans le sens féminin.

Chez la femme adulte, on assiste à une virilisation progressive, avec atrophie de la glande mammaire, apparition d'une pilosité abondante sur le corps et le visage, changement de tonalité de la voix par hypertrophie du larynx, et, évidemment, disparition de l'hémorragie menstruelle. La recherche de l'hormone mâle (17 cétostéroïdes) est toujours fortement positive.

Les hypernéphromes

Ce sont des tumeurs développées aux dépens de résidus corticosurrénaux situés dans la région du hile de l'ovaire. Elles provoquent, comme les précédentes, des signes de masculinisation. Ceci ne doit

pas étonner, puisqu'on connaît l'intervention du cortex surrénal dans la sécrétion de l'hormone mâle.

Il convient de reconnaître que la différenciation clinique entre arrhénoblastome et hypernéphrome s'avère pratiquement impossible, d'où la tendance actuelle des auteurs de grouper ces deux types de tumeurs sous la même rubrique de *tumeurs virilisantes*, la précision du diagnostic reposant plutôt sur des bases biologiques que sur des faits cliniques. On insiste toutefois sur le fait que, dans les hypernéphromes, il y a excrétion urinaire plus marquée des 17 cétostéroïdes que dans les arrhénoblastomes.

La structure histologique de ces tumeurs virilisantes rappelle celle des adénomes corticosurrénaux : ce sont des travées de cellules polyédriques, à cytoplasme spongieux, renfermant des gouttelettes lipidiques, et entre lesquelles circulent des capillaires sanguins de type sinusoïde.

Pour être complet, et épuiser le sujet des tumeurs hormonogènes de l'ovaire, il convient d'envisager très rapidement des tumeurs issues de formations aberrantes, développées aux dépens de germes complexes inclus dans l'ovaire, et correspondant aux *dysembryomes* des classiques ou *tératomes*.

Ce sont les chorioépithéliomes, tumeurs douées d'une grande malignité, et dont la structure rappelle celle du placenta foetal. Leur répercussion sur l'ensemble de l'organisme est moins spectaculaire que celle des tumeurs précédemment décrites; elle est plus manifeste chez l'enfant que chez l'adulte, et détermine un syndrome de puberté précoce, avec hyperplasie de l'endomètre. Ces tumeurs, qui envahissent largement les organes abdominaux et donnent précocement des métastases multiples, s'accompagnent d'une excrétion urinaire massive de prolan B, décelable par la réaction de Zondeck et Aschheim, et pouvant atteindre 200.000 unités souris, chiffre supérieur à celui qui est enregistré au cours d'une grossesse normale. Du point de vue somatique, aucun syndrome caractéristique n'est engendré chez la femme adulte par le développement de cette tumeur de haute malignité.

Cette étude succincte des tumeurs hormonogènes des glandes génitales nous a conduit tout d'abord à montrer les incertitudes qui règnent encore en ce qui concerne l'origine embryologique des constituants principaux de l'ovaire, en particulier de son parenchyme endocrinien. La tendance actuelle des anatomopathologistes de considérer tous les composants du follicule, l'ovule mis à part (cellules granuleuses, lutéiniques et thécales), comme dérivant *d'un même blastème originel*, nous apparaît assez attrayante, puisque corroborée

par des observations anatomo-cliniques indiscutables. C'est en adoptant ce concept d'identité d'origine que nous parviendrons à comprendre comment des tumeurs, manifestement distinctes par leur structure, engendrent cependant des symptômes identiques.

Nous saisissons aussi pourquoi certaines tumeurs ovariennes dérivées de reliquats embryonnaires traduisent leur développement par des signes d'emprunt qui paraissent à première vue assez déconcertantes. C'est bien à propos des tumeurs de l'ovaire que se dégage le principe que l'anatomie pathologique n'est en somme qu'une expérimentation spontanée et que certains problèmes délicats de biologie générale et d'embryologie trouvent dans cette science leur solution ou leur confirmation.

Cette conclusion peut être renforcée par l'étude d'autres tumeurs hormonogènes que nous n'avons pas eu le loisir d'envisager aujourd'hui. Dans une autre causerie, je compte développer plus complètement cette question qui, me semble-t-il, ne manque pas d'intérêt, tant au point de vue de la clinique que de la biologie générale.

QUELQUES OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES A PROPOS DU SONDAGE DE DOMGERMAIN-LES-TOUL (M.-et-M.)*

P. L. MAUBEUGE

Une recherche d'eau a été réalisée récemment à l'entrée Est de Domgermain, vers l'altitude 250. Malgré les imprécisions de la coupe géologique, quelques conclusions intéressantes peuvent être établies quant à la puissance de certains niveaux, d'après mes observations.

Jusque 100 mètres de profondeur, des argiles et marnes gris-bleu à rares passées calcaires ont été traversées; on y voit sans difficulté les « Argiles de la Woëvre » du Callovo-oxfordien (plus vraisemblablement du Callovien seul), avec, à la base, les « Marnes à *Rhynchonelloidella* » du Bathonien supérieur et moyen. En effet, vers 101-102 m., des débris certains des calcaires constituant les « Caillasses à *Anabacia* » (Bathonien inférieur), ont été identifiés. Vers 105 m. on semble passer déjà à l'« Oolithe miliaire supérieure » du Bajocien terminal. Les « Caillasses » auraient donc au plus 5 m. de puissance, chiffre admissible régionalement. La coupe devient très difficile à établir ensuite, vu les retombées dans ce sondage non carotté. Après 123 m., des passées grossièrement oolithiques, gris-

* Note présentée à la séance du 15 mars 1936.

bleu au sommet, marquent bien le passage de l' « Oolithe terreuse à *Glypeus Ploti* ». Une fois 132 m., l'ensemble des retombées est mêlé à une pâte plus blanche dénotant un calcaire pur. C'est seulement à 143 m. qu'apparaissent des débris de calcaire cristallin et coquillier suboolithique, qui, peut-être, appartient déjà au Bajocien moyen (niveau des Polypiers). Sur ces maigres données il me paraît impossible d'avancer une cote vraisemblable pour le toit du Bajocien moyen. Jusque 214 m., l'ensemble est nettement calcaire. A 153, des passées calcaires plus gris-bleu ont été notées. C'est toutefois à 222-224 que des marnes noires et grises, micacées, ont été traversées, avec arrêt du forage. Dans ces conditions et sur les déblais que j'ai pu examiner, il me semble impossible d'affirmer si on était arrêté au toit de l'Alénien, dans les « Marnes micacées » du Bajocien basal, ou déjà dans l'Alénien stérile, et même le Toarcién supérieur. Vu le manque de renseignements sur l'Aalénien à l'Ouest du cours de la Moselle à hauteur de Toul, il m'avait semblé intéressant de tenter malgré tout un carottage afin de préciser les points en suspens. L'Aalénien semblant de peu d'intérêt minier dans cette région, les industries du fer n'ont pas procédé à la continuation du forage.

On peut d'ailleurs se demander si l'Aalénien n'est pas atrophique, ou même absent dans la région du fait qu'aucun indice même minime de minéralisation ferrugineuse n'a pas été observé, et que plus au Nord de Toul l'Aalénien est précisément atrophique. (Données inédites établies par moi-même dans un forage de prospection périphérique du Bassin ferrifère.)

On peut toutefois tirer quelques conclusions nouvelles de ce forage.

Compte tenu de la présence du contact Argovien-Oxfordien vers la cote 375 au-dessus de Domgermain, le Bathonien étant supposé (assez approximativement, faute de données régionales certaines) puissant de 40 m., on déduit l'épaisseur des « Argiles de la Woëvre ». Celles-ci, avec les « Chailles » donnent ainsi le chiffre de 185 m. environ; c'est donc là la puissance évaluée assez exactement du Callovo-Oxfordien dans le Toullois. Ce chiffre n'avait jamais pu être établi jusqu'ici.

De son côté, le Bajocien tout entier montre une puissance de l'ordre de 120 m., compte tenu des incertitudes de la coupe; c'est un chiffre voisin des puissances régionales contiguës.

En ce qui concerne l'hydrologie, étudiée plus spécialement par les géologues suivant ce forage, je ferai toutefois une remarque. Après une perte de boue à 151 m. 70, une venue d'eau s'est manifestée à partir de 152 m. Il ne semble pas que d'autres venues soient apparues plus bas. Aménagé, ce forage donnait aux essais un débit artésien de 1 m³/heure à l'orifice (chiffres fournis aimablement par la Société de forages Solétanche). Vu l'horizon, il me paraît hors de doute qu'il s'agit là d'une diaclase aquifère, comme j'en ai signalé ou observé à plusieurs reprises dans le Bajocien lorrain.