

Oreille, organe de l'équilibration

I. Généralités

L'oreille est un organe sensoriel sensible aux stimuli mécaniques,

Sa fonction est double : en percevant les vibrations sonores de 20 Hz à 16 000 Hz environ, la cochlée assure l'audition ;

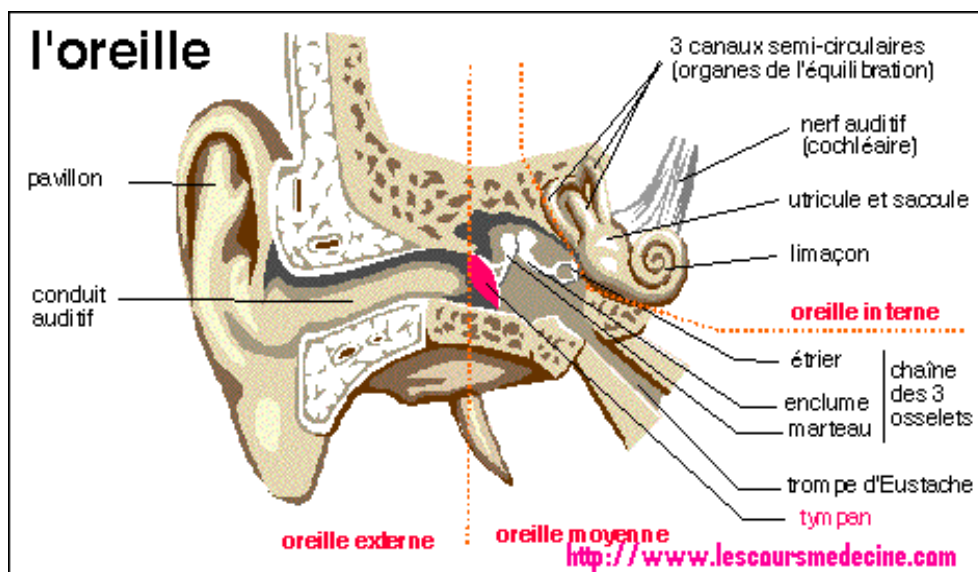
Par les formations vestibulaires sensibles aux accélérations, l'oreille permet le contrôle de l'équilibration.

A chaque fonction correspond une branche du nerf auditif (VIII^{ème} paire de nerfs crâniens) :

- Nerf cochléaire pour l'organe auditif,
- Nerf vestibulaire pour l'organe de l'équilibration.

L'oreille comporte 3 parties anatomiques :

- L'oreille externe : qui capte les sons et les conduit jusqu'au tympan ;
- L'oreille moyenne : liée anatomiquement aux voies respiratoires et digestives, qui assure la transmission et l'amplification des vibrations sonores ;
- L'oreille interne : qui contient les récepteurs sensoriels de l'audition et de l'équilibration répartis dans le labyrinthe membraneux.



II. Rappel anatomique

L'oreille avec ses trois parties est logée à l'intérieur du **rocher du temporal** (à l'exception de l'oreille externe, partiellement constituée d'un squelette cartilagineux).

A- Oreille externe

Elle comporte le pavillon, le conduit auditif externe et la face externe du tympan.

1) Pavillon

Il permet de recueillir les sons au niveau de sa partie centrale : la **conque** qui forme une dépression dans laquelle s'ouvre le conduit auditif externe, cette forme en entonnoir favorise la concentration des vibrations sonores sur le tympan.

2) Conduit auditif externe

En forme de tube mesurant environ 2,5 cm de long, il est revêtu d'une peau fine avec :

- Un épithélium malpighien kératinisé ;
- Des glandes sébacées annexées aux poils et des glandes cérumineuses (sudoripares) dont la sécrétion, grasse et cireuse se mêle au sébum pour donner un enduit pigmenté, le cérumen.

3) Tympan :

Le tympan est une fine membrane dont :

- La face externe appartient au conduit auditif externe
- La face interne participe à la paroi de l'oreille moyenne

Du point de vue structure, le tympan offre à décrire de dehors en dedans :

- Un épithélium externe : **malpighien kératinisé**, totalement dépourvu d'annexes.
- Une partie centrale : conjonctive avec des fibres de collagène disposées en deux couches
- Un épithélium interne : **pavimenteux simple** (l'épithélium tympanique)

B- Oreille moyenne :

L'oreille moyenne comporte :

- Une cavité centrale creusée dans l'os temporal : la **caisse du tympan** ;
- Le système tympano ossiculaire.

1) Caisse du tympan

Revêtue d'une muqueuse de type tympanique, la caisse du tympan, dans laquelle s'ouvrent,

- En arrière, l'antre mastoïdien et les **cellules mastoïdiennes** et
- En avant, la **trompe d'Eustache** : qui fait communiquer la caisse du tympan avec le pharynx, permettant aux cavités de l'oreille moyenne d'être remplies d'air, ceci fait que les pressions exercées sur les deux faces du tympan sont égales.

La paroi interne osseuse de la caisse du tympan est percée de deux orifices, la fenêtre ovale et la fenêtre ronde qui mettent l'oreille moyenne en contact avec l'oreille interne :

- La fenêtre ovale est obturée par une plaque osseuse mobile, la platine de l'étrier,
- La fenêtre ronde est fermée par une membrane souple.

2) Système tympano ossiculaire

Cette chaîne de trois osselets articulés (avec de dehors en dedans : le marteau, l'enclume et l'étrier) :

- Traverse la caisse du tympan et relie le tympan à la fenêtre ovale ;
- Est maintenue sous tension par deux muscles : le tensor tympani et le stapédus ;
- Permet la transmission des mouvements vibratoires du tympan à l'oreille interne en les amplifiant.

C- Oreille interne :

L'oreille interne est constituée de plusieurs cavités :

- Creusées dans l'os temporal, formant ainsi le **labyrinthe osseux** ;
- Renferment un ensemble complexe de canaux : le **labyrinthe membraneux**.

L'axe du labyrinthe membraneux est occupé par les **espaces endolymphatiques** :

- Où se trouvent les **formations sensorielles**
- Renfermant l'**endolymphe**, à teneur élevée en potassium et faible en sodium,

L'endolymphe est sécrétée par la strie vasculaire de la cochlée et éliminée par le canal endolymphatique(ou aqueduc du vestibule) qui s'étend jusqu'au contact des espaces sous arachnoïdiens, en formant à sa terminaison une vésicule aplatie, le sac endolymphatique.

Entre les espaces endolymphatiques et l'os s'interposent les **espaces périlymphatiques**, remplis d'un liquide de composition identique au liquide céphalo rachidien, riche en ions sodium et pauvre en potassium : la **périlymphe**,

La portion centrale du labyrinthe membraneux, ou **vestibule**, est divisée en deux chambres, l'utricule et le saccule :

- L'**utricule** émet trois formations dorsales, les **canaux semi circulaires** ;
- Du **saccule** naît une expansion ventrale spiralée, la **cochlée** ou limaçon, **organe de l'audition**.

N.B : le vestibule et les canaux semi-circulaires représentent l'organe de l'équilibration(ou appareil vestibulaire)

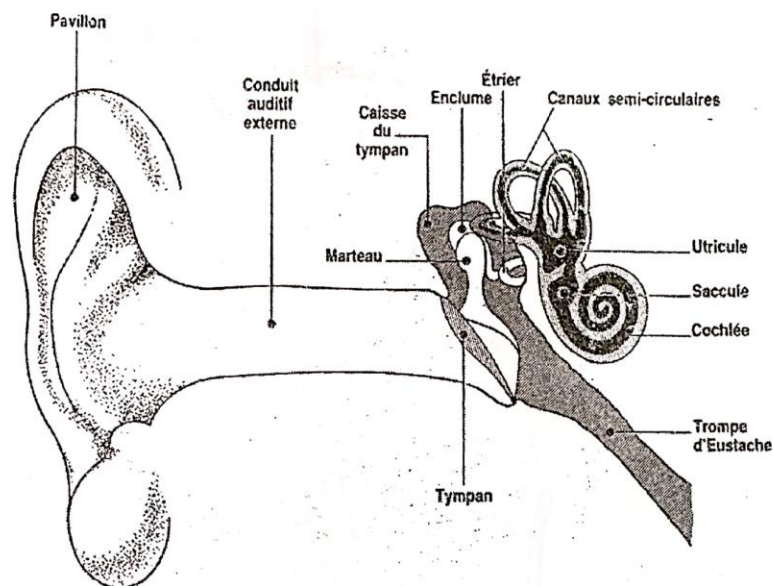


Figure 19-8 Anatomie de l'appareil auditif. L'oreille interne contient les structures sensorielles de l'audition et de l'équilibration dans le labyrinthe membraneux (en rouge).

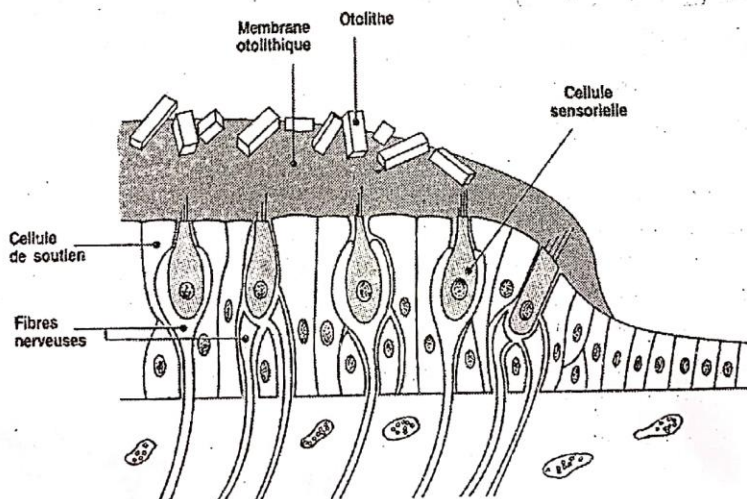


Figure 19-16. Macule. La membrane otolithique est lestée de cristaux minéraux, augmentant son inertie lors des accélérations linéaires.

Oreille, organe de l'équilibration

I. Rappel sur l'organisation générale de l'oreille interne

Le vestibule avec ses deux chambres (**l'utricule et le saccule**) et les canaux semi circulaires constituent l'**organe de l'équilibration** (ou appareil vestibulaire), fonction qu'ils assurent grâce aux zones sensorielles qu'ils présentent. Ces dernières se nomment **récepteurs vestibulaires**.

II. Récepteurs vestibulaires

A – Macules vestibulaires

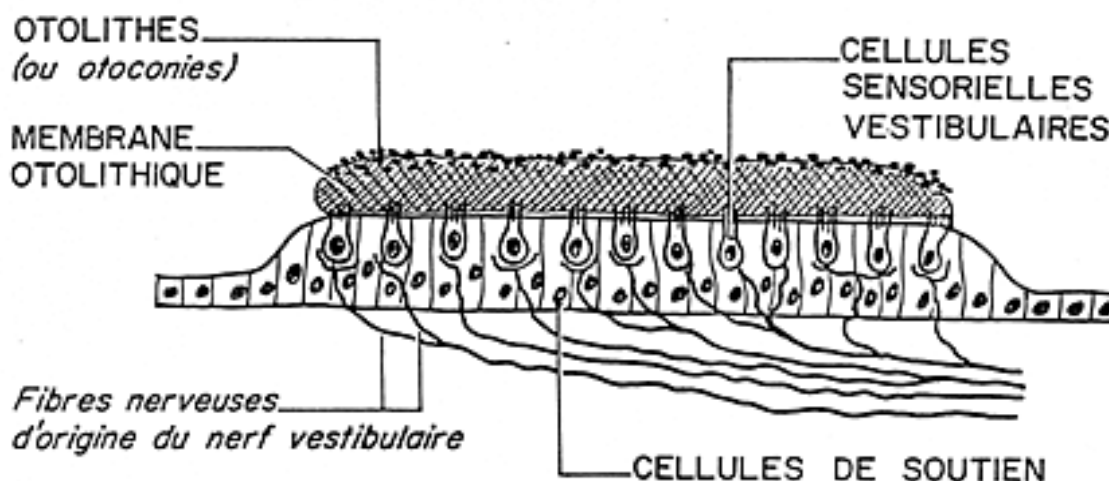
Ces plages sensorielles se localisent au niveau de l'utricule et du saccule, elles sont constituées d'un massif épithélial haut comprenant :

- Des **cellules sensorielles vestibulaires** de type I et de type II, disposées au sein :
- D'une couche de **cellules de soutien**.

Chaque macule est surmontée par une membrane exocellulaire épaisse : la **membrane otolithique**, il s'agit d'une couche de **substance gélatineuse fondamentale** contenant :

- Des faisceaux de fines fibrilles et
- Dans sa zone superficielle, des cristaux de carbonate de calcium : les **otolithes** (ou statoconies).

La membrane otolithique repose par sa face profonde sur les **stéréocils apicaux des cellules sensorielles**.



1) Cellules sensorielles vestibulaires

Seule la microscopie électronique permet d'identifier les deux types de cellules sensorielles, à partir essentiellement de leur forme et leur innervation.

a. Cellules de type I : en forme de vase, elles présentent :

- Une base arrondie : située à distance de la membrane basale, elle contient le noyau (rond), le cytoplasme de ces cellules est riche en mitochondries et en réticulum endoplasmique lisse à forme souvent vésiculaire
- Une zone apicale : elle présente d'abord un étranglement puis se dilate en surface, supportant une **plaque cuticulaire** dans laquelle plonge les racines de 60 à 80 stéréocils, cette **cuticule** dégage un pore cuticulaire, siège d'un véritable cil vibratile qui pénètre en profondeur dans la membrane otolithique et à partir duquel les stéréocils sont disposées en rangées, de taille décroissante.

b. Cellules de type II : elles sont plus hautes que les précédentes et sont de **forme régulièrement cylindrique**, Leurs caractères cytologiques restent pratiquement communs aux cellules précédentes :

- Stereocils à base étroite au pôle apical ;
- Présence d'un cil ou d'un résidu ciliaire sous forme d'un corpuscule basal ;
- Contacts avec des terminaisons nerveuses afférentes ;
- Entourage intime par des cellules de soutien.

c. Différence essentielle entre les deux types cellulaires : leur mode d'innervation

- Les cellules de type I sont enchâssées (jusqu'à la région cuticulaire pratiquement) dans un **calice nerveux** qui correspond à la terminaison dendritique d'une cellule du **ganglion de Scarpa**, Cette terminaison reçoit elle-même des terminaisons synaptiques de fibres efférentes modulatrices.
- Les cellules de type II, montrent au niveau de leur portion basale, des **boutons synaptiques dispersés** de fibres afférentes (venant du ganglion de Scarpa) mais aussi de fibres efférentes.

2) Cellules de soutien

De forme très irrégulière, elles entourent les cellules sensorielles et reposent sur la membrane basale, les cellules de soutien sont liées entre elles ainsi qu'aux cellules sensorielles par des complexes de jonction.

B-Crêtes ampullaires

1) Morphologie

Chaque canal semi circulaire possède à l'une de ses bases d'implantation sur l'utricule une dilatation : l'ampoule. L'endoste qui tapisse cette ampoule s'invagine, formant un repli disposé perpendiculairement à l'axe de l'ampoule : la **crête ampillaire**, l'on compte donc 3 crêtes ampullaires, une dans chaque canal semi circulaire.

2) Structure histologique

Elle est semblable à celle de la macule sauf que la **cupule** (analogue de la membrane otolithique des macules) ne contient pas d'otolithes, la cupule :

- Comporte une **masse gélatineuse** riche en glycosaminoglycanes avec un réseau fibrillaire ;
- Est **creusée de canaux** dans lesquels s'enfoncent les stéréocils.

III. Histophysiologie du vestibule

A – nature du stimulus sensoriel

Les enregistrements des potentiels cellulaires montrent que les cellules sensorielles vestibulaires ont une activité continue spontanée (potentiel d'action de base). Cette dernière :

- S'accroît lorsque les stéréocils sont inclinés en direction du kinétocil (cil vibratile) et
- Diminue lorsque l'inclinaison se fait dans le sens opposé.

1) Cellules maculaires

Elles sont mises en jeu par les accélérations linéaires : la membrane otolithique, alourdie par les statoconies, possède une inertie qui, lors de l'accélération, entraîne un mouvement de cisaillement des stéréocils au pôle apical des cellules réceptrices.

- Macule utriculaire** : elle réagit aux accélérations dirigées dans un plan horizontal (pour un sujet maintenant sa tête verticale).
- Macule sacculaire** : elle est sensible aux accélérations linéaires verticales, y compris la pesanteur.

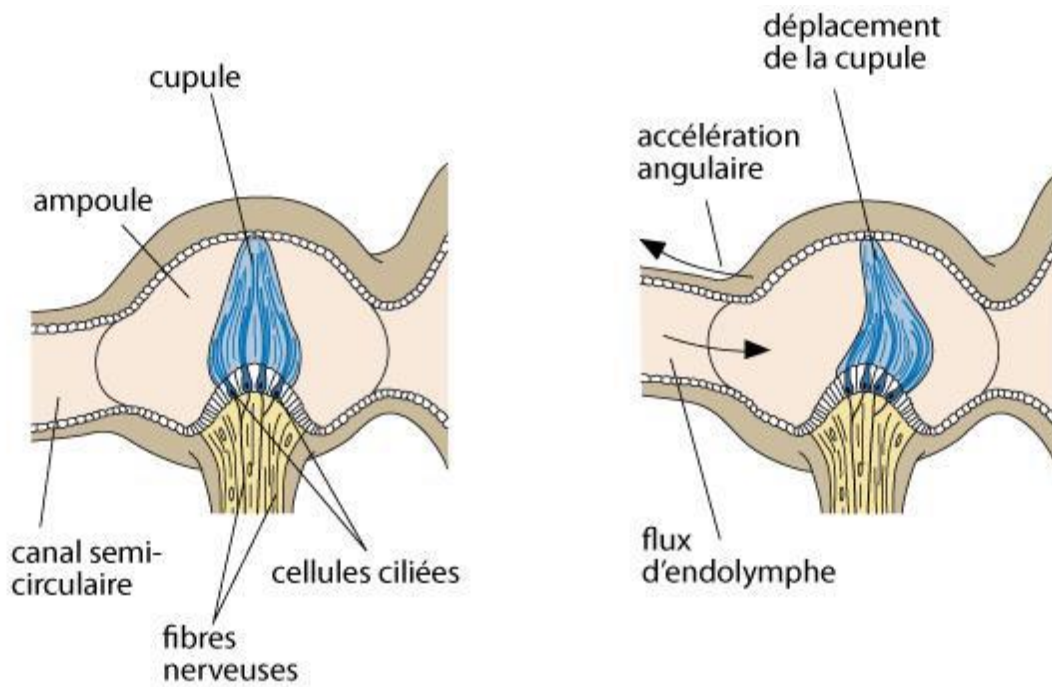
En conclusion : les deux macules stimulées simultanément renseignent sur la position de la tête dans l'espace.

2) Crêtes ampullaires

Elles sont stimulées par les accélérations angulaires qui provoquent un mouvement de l'endolymphe dans le canal. Il s'ensuit une déformation de la cupule qui provoque l'inclinaison des stéréocils des cellules réceptrices.

3) Quelques précisions

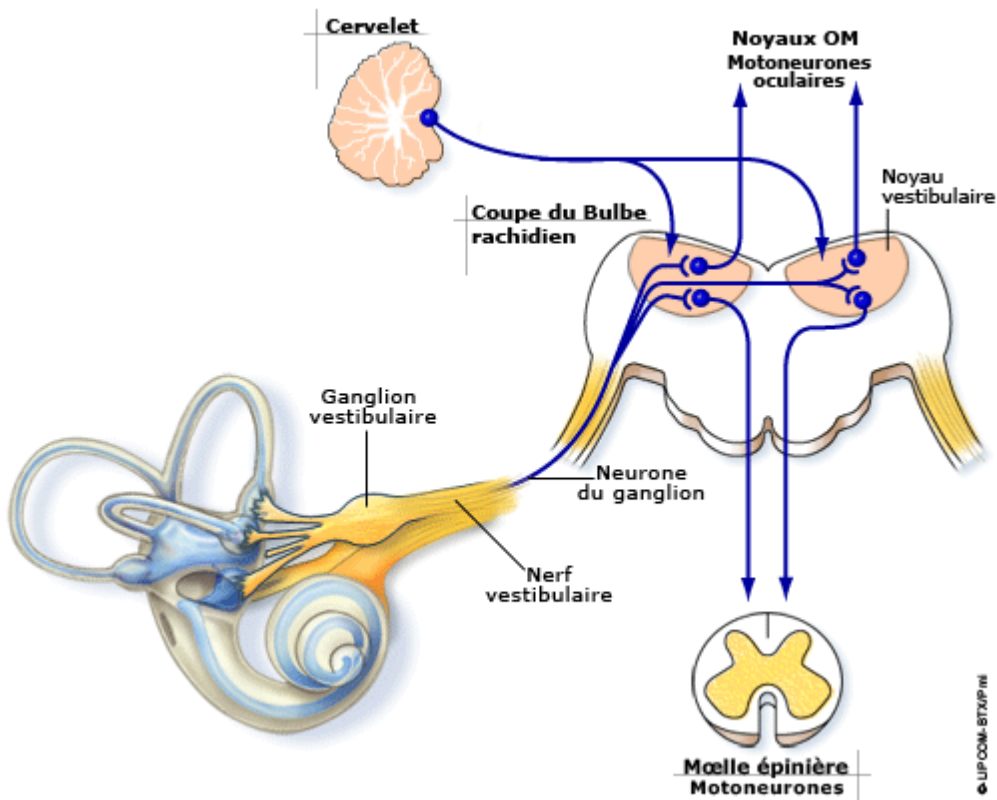
- Pour toutes les cellules sensorielles, la réception de l'information est secondaire à un mouvement affectant les stéréocils.
- La plupart des mouvements auxquels est soumise la tête sont des combinaisons d'accélérations linéaires et rotatoires.
- L'intégration des informations transmises par le système vestibulaire au travers de la VIII^{ème} paire de nerfs crâniens est faite au niveau du système nerveux central.



B – voies nerveuses vestibulaires

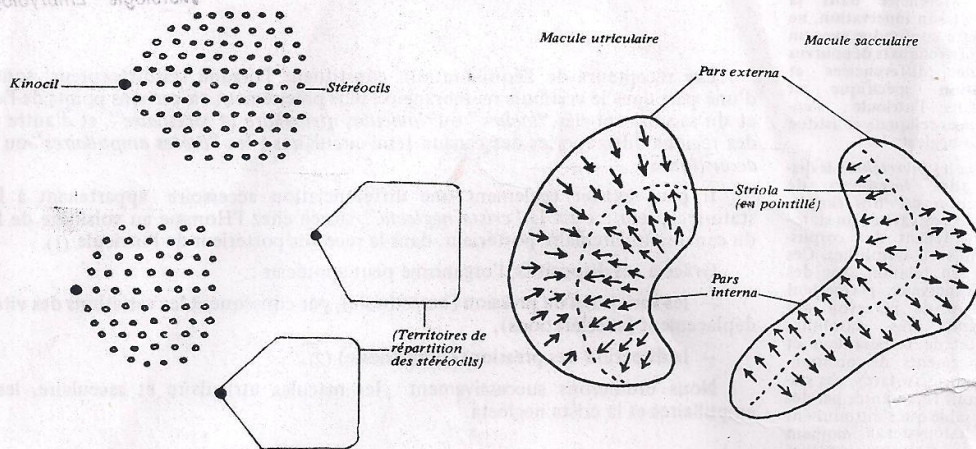
Les fibres afférentes des récepteurs vestibulaires ont leur corps cellulaires dans le **ganglion vestibulaire de Scarpa**. les axones forment le nerf auditif en commun avec les fibres du nerf cochléaire. Le premier relais se fait dans les noyaux vestibulaires bulbaires.

- De la, naissent des **voies multiples** se dirigeant vers la moelle épinière, la substance réticulée, les noyaux oculomoteurs, le cervelet, le thalamus .ceci explique l'importance et la variété des réflexes vestibulaires.



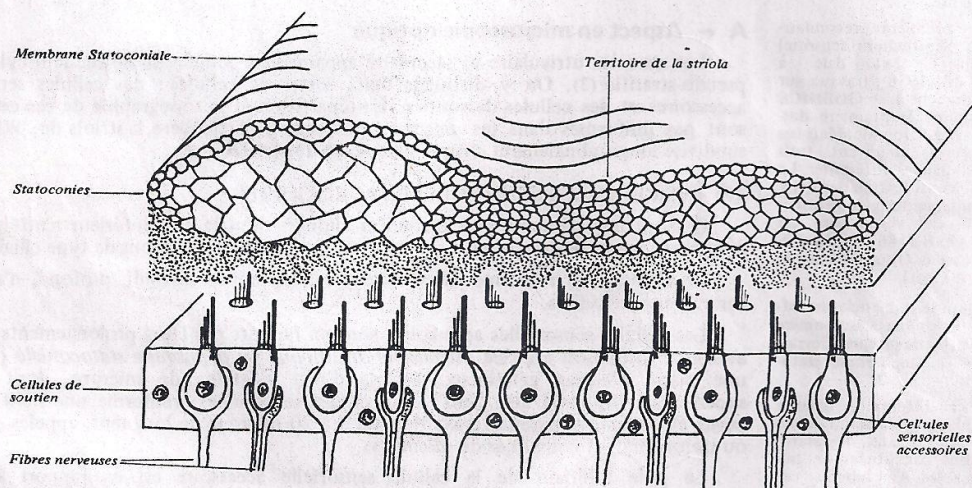
H. BOUILLONNE
Maitre Assistant en
Histologie - Embryologie

LES CELLULES SENSORIELLES ACCESSOIRES VESTIBULAIRES



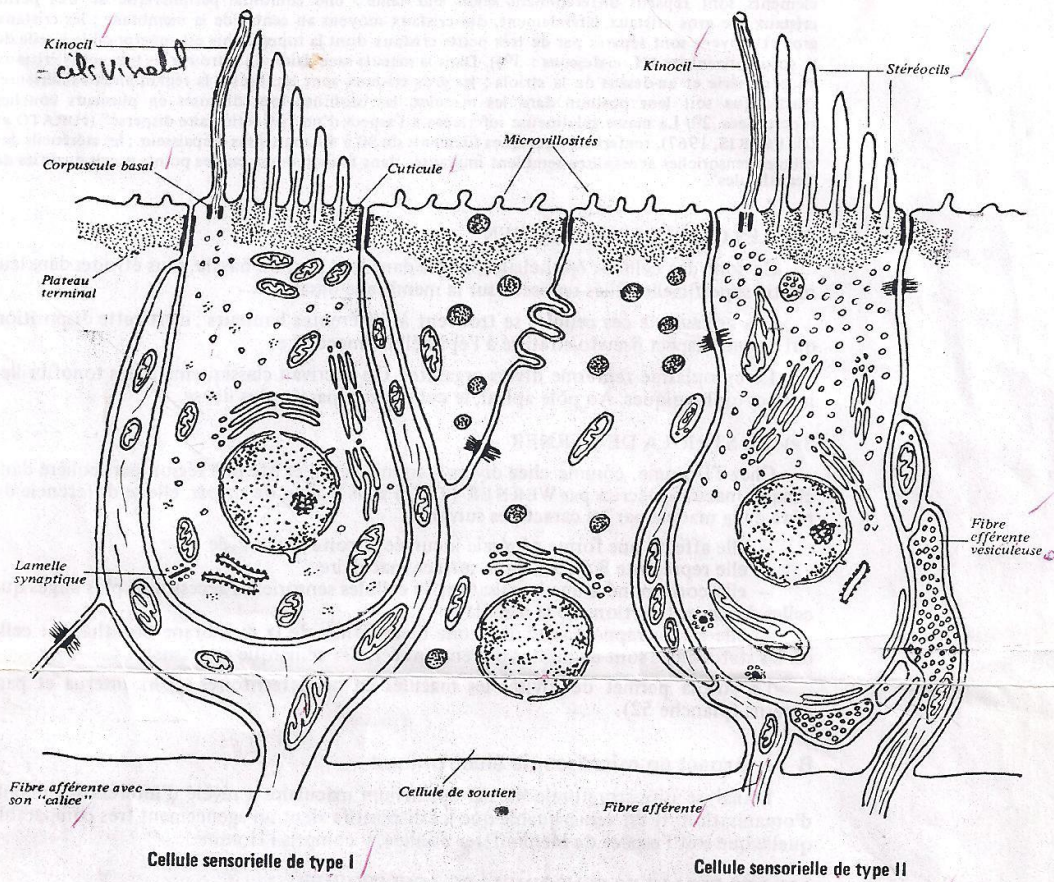
Coupe tangentielle à la surface cellulaire montrant l'agencement régulier des stéréocils.

Polarisation morphologique des cellules sensorielles accessoires
(La pointe de la flèche correspond au kinocil, la barre de la flèche, aux stéréocils).



Polarisation morphologique des cellules de la macule utriculaire et rapports avec la membrane statoconiale.

LES CELLULES SENSORIELLES ACCESSOIRES VESTIBULAIRES (NE).



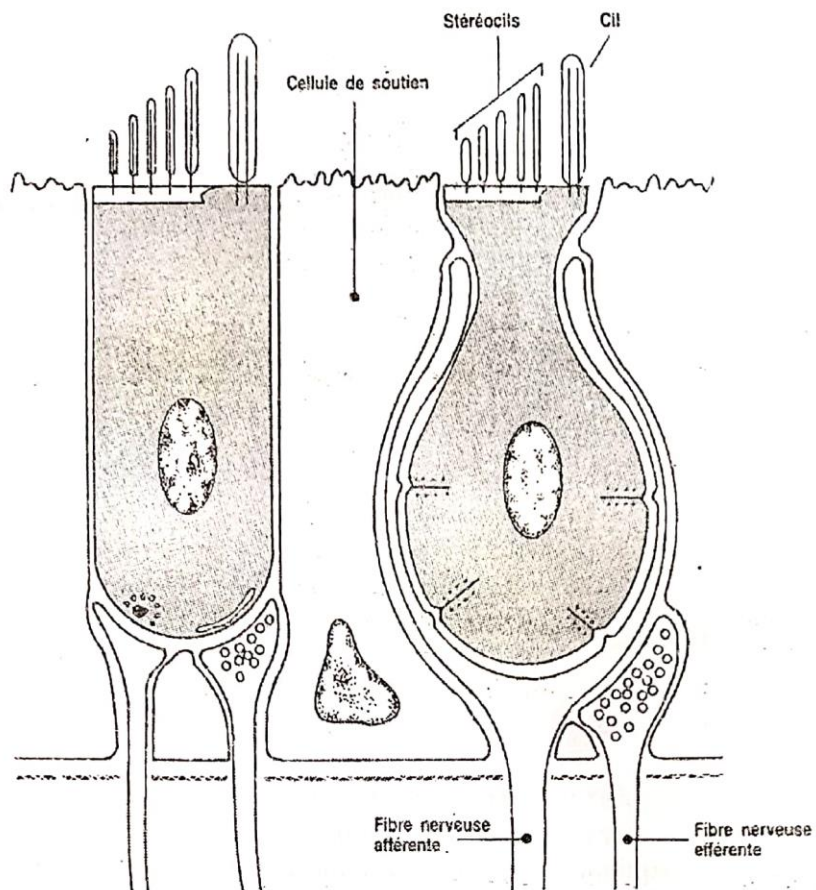


Figure 19-18 Cellules sensorielles vestibulaires. Le type I est piriforme, le type II cylindrique.

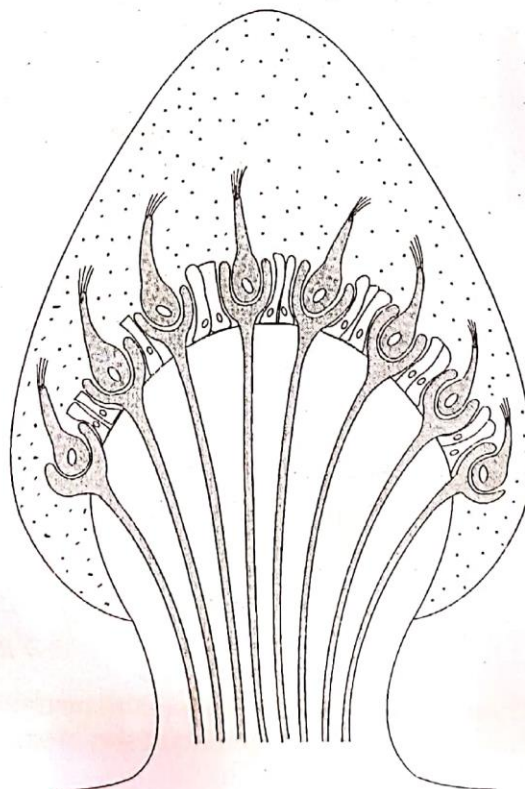
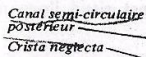
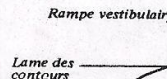


Figure 19-17 Crête ampullaire. Chaque crête est surmontée par une cupule gélatineuse dans laquelle s'enfoncent les stéréocils des cellules sensorielles. Les accélérations rotatoires provoquent la torsion de la cupule et la mise en jeu des récepteurs.



DISPOSITION GENERALE



ASPECT GENERAL DU LIMACON

CANAL COCHLEAIRE

