

## VI - السيطرة أو التحكم العصبي في الحركة

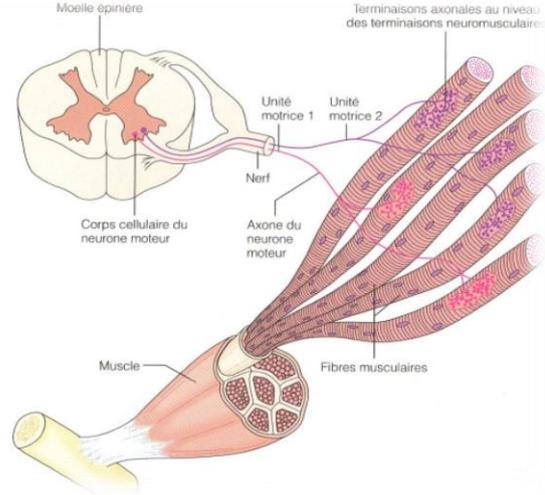
- انقباض العضلة: تنقلص الألياف العضلية المكونة لها.
- كل ليف عضلي يتقلص تحت تأثير الخلية العصبية الحركية.

### 1- الوحدة الحركية:

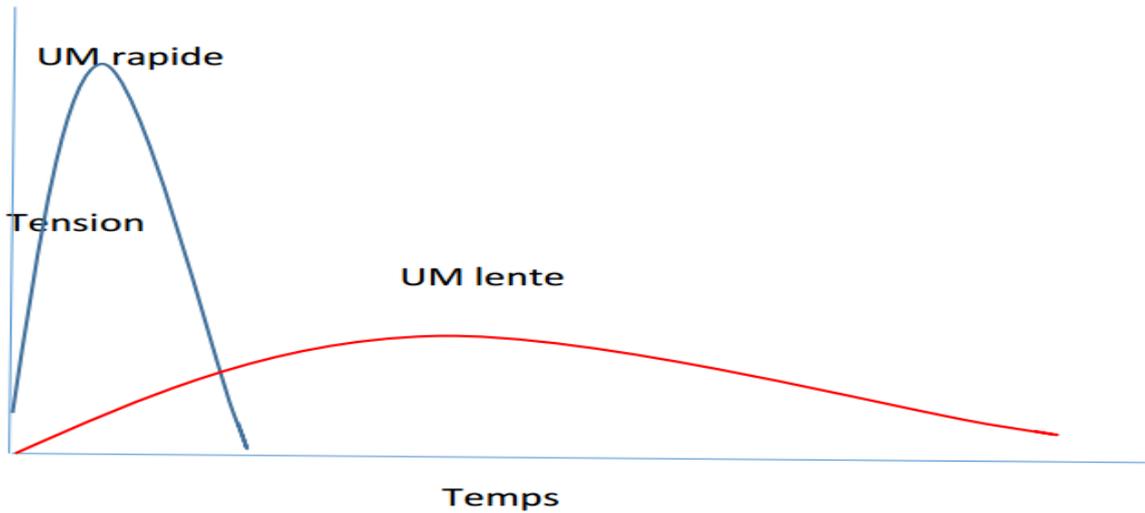
- تم تعريف الوحدة الحركية (UM) على أنها تتكون من العصب الحركي ألفا ( $\alpha$ ) والألياف العضلية التي يعصبها 1 أو يتحكم فيها.

### → Un neurone et les fibres motrices qu'il excite.

- Un neurone peut exciter aussi peu que 3 fibres ou autant que 2 000 fibres!
- Le nombre varie selon les besoins; la grosseur du muscle et la précision de mouvement nécessaire.



- عند تنشيط الوحدة الحركية، تنقلص جميع الألياف العضلية المكونة لها.
- عند تسجيل منحنى القوة الناتج عن هذا التقلص، يتم الحصول على منحنى على شكل جرس يعرف بـ "Twitch".



- عندما يتم تحفيز الوحدة الحركية مرتين بفواصل زمنية أقل من مدة التقلص (قبل انتهاء التقلص الأول)، نلاحظ أن التأثيرات الميكانيكية للتقلصين تتجمع.
  - نتيجة لذلك، تصبح القوة الناتجة عن التحفيز الثاني أكبر من الأولى.
  - إذا تم تكرار هذا الإجراء مع تقليل الفاصل الزمني وزيادة عدد التحفيزات، يحدث جمع تدريجي للتقلصات.
  - إذا أصبح الفاصل الزمني قصيرًا جدًا، يحدث تشبع، حيث تصل الوحدة الحركية إلى قوتها القصوى، وهذا ما يسمى Tétanos.
- Si l'intervalle de stimulation devient trop court, on observe un phénomène de saturation, l'UM atteint sa force maximale, on parle alors de Tétanos.

## مبادئ تجنيد أو تعبئة الوحدات الحركية Prncipes de recrutement des unités motrices

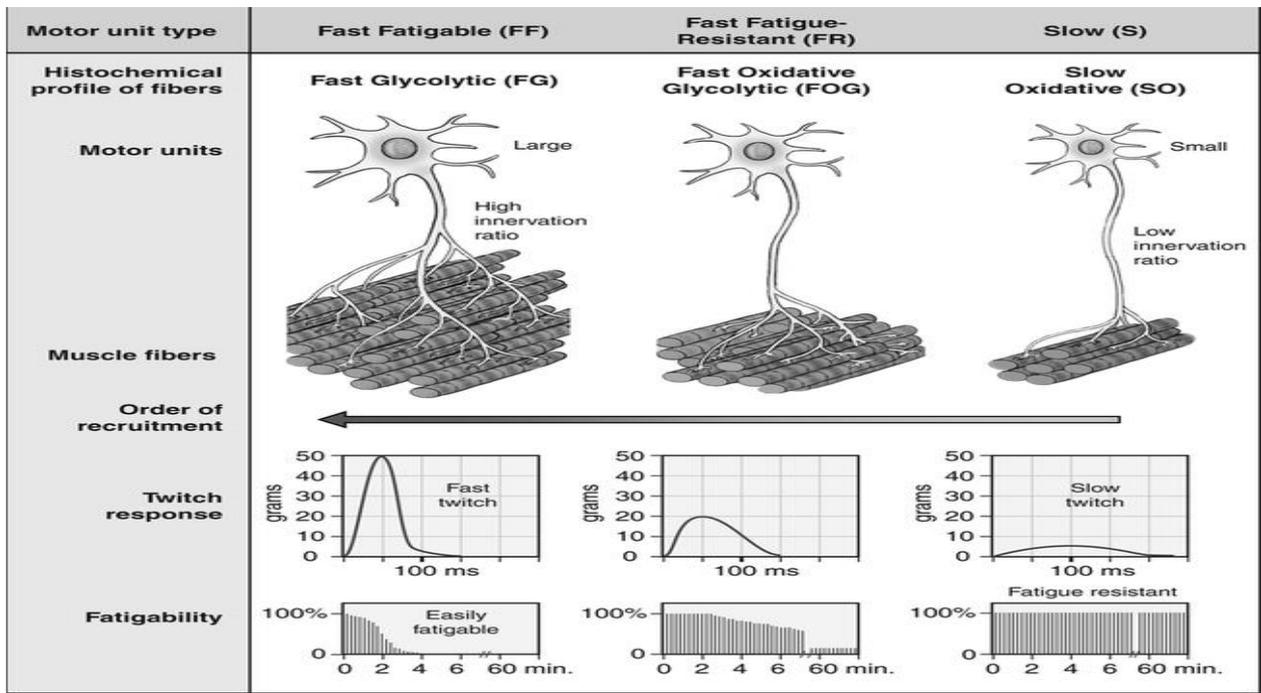
- عند تحفيز وحدة حركية، تحدث إحدى حالتين: إما أن تتقلص أو لا تتقلص، دون وجود حالة وسطى.
- إن الوحدة الحركية تتبع قانون "الكل أو لا شيء".

سؤال: كيف يتحكم الجهاز العصبي في تغيير قوة العضلات بشكل مستمر؟

- هناك استراتيجيتان رئيسيتان:

### 1. التعبئة المكانية:

- زيادة عدد الوحدات الحركية المجندة أو المعبئة يؤدي إلى زيادة القوة.
- هناك وحدات حركية سريعة وبطيئة، بالإضافة إلى وحدات كبيرة (قوة عالية) وصغيرة (قوة منخفضة).
- وفقاً لقانون هينمان (1957)، يبدأ الجهاز العصبي بتجنيد العصبونات الحركية الصغيرة (التي تتحكم في وحدات صغيرة وبطيئة)، ثم الكبيرة التي تتحكم في الوحدات السريعة.



### 2. التعبئة الزمنية:

- يتم تعديل قوة العضلة عن طريق تغيير تردد التحفيز.

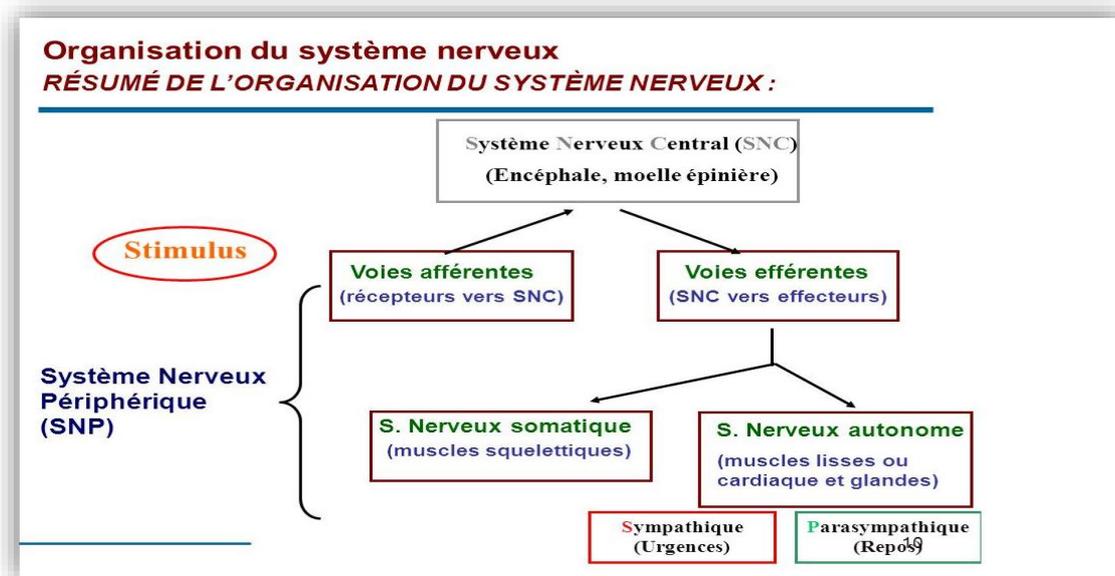
لقد رأينا أن الوحدة الحركية (UM)، إذا تم تحفيزها بتردد عالٍ، يمكنها (بفضل ظاهرة الجمع) أن تولد قوة انقباض أعلى. لذلك، يمكن للجهاز العصبي (SN)، من خلال تعديل تردد التحفيز، أن يحدث تغييرات كبيرة في قوة العضلة

ملخص:

- للوصول إلى قوة معينة، يمكن للجهاز العصبي إما تجنيد عدد كبير من الوحدات الحركية مع ترددات منخفضة أو تجنيد عدد أقل من الوحدات الحركية بترددات عالية.

## تنظيم الجهاز العصبي

- ينسق الجهاز العصبي مع الجهاز الغدد الصماء وظائف جميع الأجهزة للحفاظ على التوازن الداخلي
- وظائف الجهاز العصبي:
  - الحسية: الكشف عن التغيرات داخل وخارج الجسم.
  - التكاملية: معالجة المعلومات واتخاذ القرار.
  - الحركية: تقديم استجابة حركية عبر العضلات أو الغدد.



## الخلايا العصبية:

- الخلايا العصبية هي الوحدات الوظيفية للجهاز العصبي المركزي.
- تمتلك خاصيتين:
  1. الاستثارة: القدرة على الاستجابة للمنبهات وتحويلها إلى إشارات عصبية.
  2. التوصيل: نقل الإشارات العصبية.

## تركيب الخلية العصبية:

- تتكون من:
  - السوما الجسم الخلوي
  - التغصنات.
  - المحور العصبي.

## أنواع الخلايا العصبية:

1. حسب عدد النتوءات:
  - وحيدة القطب (أساس و بصورة عامة تكون حسية).
  - ثنائية القطب (حسية).
  - متعددة الأقطاب (حركية وحسية).

2. حسب الشكل:

- خلايا هرمية (في المادة الرمادية).
- خلايا نجمية (في القشرة المخية).
- خلايا بوركينجي cellules de Purkinje (في المخيخ).

3. حسب الوظيفة:

العصبونات الحسية ترتبط مباشرة بأعضاء الحواس وهي مسؤولة عن نقل المعلومات الحسية (وتسمى أيضًا المعلومات الصاعدة) إلى الدماغ. الخلايا العصبية الحركية أو العصبونات المحركة تتولى نقل الأوامر القادمة من الدماغ (وتسمى أيضًا المعلومات النازلة) باتجاه العضلات. العصبونات البينية تمثل جميع العصبونات التي لا تكون حسية أو حركية ولكنها تربط بين هذين النوعين من العصبونات.

4- حسب الناقل العصبي الذي تفرزه

النسيج العصبي:

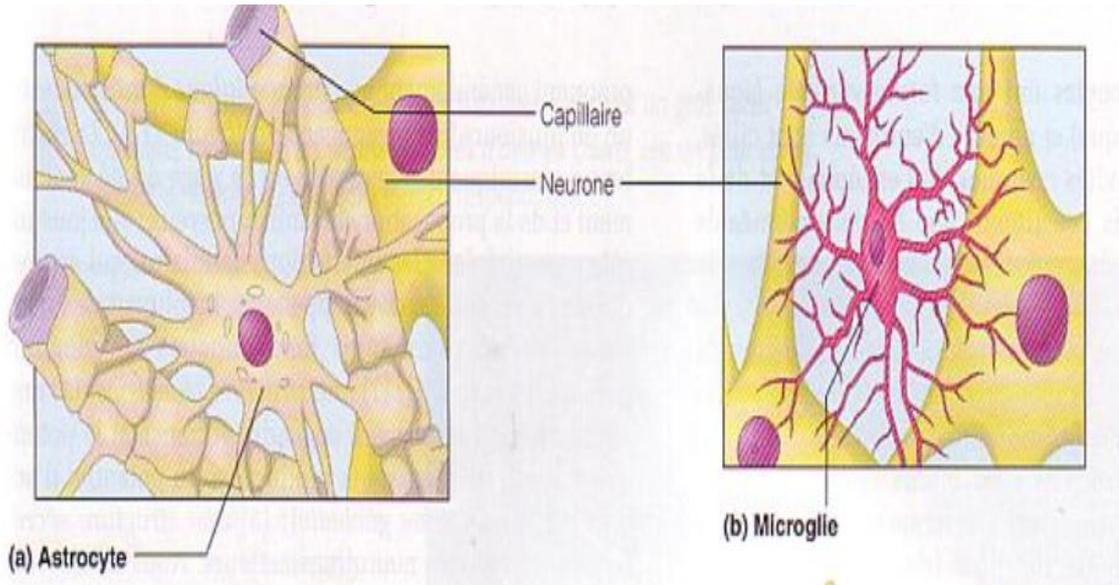
النيفروغليا La névroglie

في الجهاز العصبي، تُعرف الخلايا الغليالية (وأحياناً تُسمى النيفروغليا أو ببساطة الغليا، وتعني "الغراء") بأنها الخلايا التي تشكل بيئة العصبونات. تؤدي هذه الخلايا دوراً مهماً في الحفاظ على التوازن الداخلي (الاستتباب)، وإنتاج الميالين، وتقديم الدعم والحماية للنسيج العصبي من خلال توفير العناصر الغذائية والأكسجين، والتخلص من الخلايا الميتة، ومحاربة مسببات الأمراض.

يوجد نوعان من الخلايا الغرائية:

**1-la macroglie (الماكروغليا):** تشمل خلايا مثل الخلايا النجمية astrocytes والخلايا قليلة التغصن oligodendrocytes. تنشأ خلايا البطانة العصبية (الإينديموسيتات) Les épendymocytes من الإينديموبلاست ependymoblastes. تشكل هذه الخلايا جداراً يحدد تجاويف الجهاز العصبي المركزي، كما أنها مسؤولة عن إنتاج السائل الدماغي الشوكي. (LCR).

**2-la microglie (الميكروغليا):** تتكون من الخلايا البلعمية.



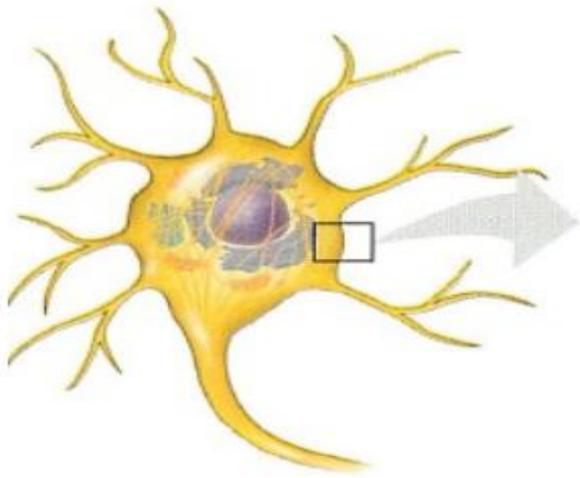
## وظيفة العصبون

- للتواصل فيما بينها، تستخدم العصبونات نبضات كهربائية تُعرف باسم جهد العمل.

### جهد الغشاء

- هناك فرق في الجهد عبر غشاء الخلية.
- جهد الراحة -70: مَلّي فولت.
- هذا الفرق في الجهد ناتج عن توزيع غير متساوٍ للشحنات بين داخل الغشاء وخارجه.
- يُلاحظ وجود فرق في الجهد على جانبي الغشاء.

## Les ions



CYTOSOL		LIQUIDE EXTRACELLULAIRE
[Na <sup>+</sup> ] 15 mmol/L	-	+ [Na <sup>+</sup> ] 150 mmol/L
[K <sup>+</sup> ] 150 mmol/L	-	+ [K <sup>+</sup> ] 5 mmol/L
[Cl <sup>-</sup> ] 10 mmol/L	-	+ [Cl <sup>-</sup> ] 120 mmol/L
[A <sup>-</sup> ] 100 mmol/L	-	+ Membrane plasmique

### المحفزات الخارجية

- يمكن للعصبونات أن تتفاعل مع محفزات مختلفة:
  - حسية (فيزيائية): مثل الضوء، الصوت، الضغط...
  - كيميائية: مثل النواقل العصبية (في المشابك العصبية).
- الأيونات هي جزيئات صغيرة مشحونة.
- الكهرباء في الوسط المائي ناتجة عن حركة الأيونات (وليس الإلكترونات).

### السيالة العصبية

- تمتلك جميع الخلايا جهد غشاء، لكن العصبونات والخلايا العضلية فقط تستطيع تعديل هذا الجهد والتحكم به لنقل الرسائل العصبية.
- تنتقل السيالة العصبية على طول العصبون، من الزوائد الشجرية أو جسم الخلية إلى نهاية المحور العصبي.
- هي عبارة عن رسالة كهربائية تنتج عن تدفق الأيونات عبر غشاء الخلية.

- تدفق هذه الأيونات يغير استقطاب الغشاء.

### جهد العمل

- للتواصل فيما بينها، تستخدم العصبونات نبضات كهربائية تُسمى جهد العمل.
- جهد العمل يعبر عن إزالة مؤقتة للاستقطاب في غشاء العصبون.
- عندما يرسل العصبون جهد عمل، ينقلب جهد الغشاء ليصبح إيجابياً.

### انتقال جهد العمل

- في كل مرة يحدث انقلاب محلي للاستقطاب، فإنه يُفعل القنوات والمضخات القريبة.
- ينتقل جهد العمل تدريجياً من مكان إلى آخر.
- تعتمد سرعة انتقال جهد العمل على:

1. وجود طبقة الميالين.

2. قطر المحور العصبي.

- طبقة الميالين ليست متصلة بالكامل، بل تحتوي على اختناقات بين خلايا شوان.
- في العصبونات المغطاة بالميالين، ينتقل النبض العصبي بطريقة قفزية.
- الألياف الناتجة عن المغازل العضلية العصبية تتمتع بسرعات انتقال عالية جداً (أكثر من 100 م/ث)، وهي ألياف كبيرة مغلقة بالميالين.

### المشبك العصبي

- يتم التواصل بين عصبونين عبر المشابك العصبية.
- تتكون المشبك العصبي من:
  - الطرف النهائي للمحور العصبي للعصبون الناقل للنبض العصبي.
  - مستقبلات غشائية للعصبون الثاني.
  - الفجوة المشبكية.
- عندما يصل جهد العمل إلى نهاية المحور العصبي، تهجر الحويصلات المشبكية نحو الغشاء.
- تحتوي الحويصلات على نواقل عصبية.
- إذا تم تفعيل عدد كافٍ من المستقبلات، فإن الزائدة الشجرية تنتج جهد عمل (أو جهد مشبكي).
- PPSI و PPSE :
- يعتمد نوع الجهد الناتج (مثير أو مثبط) على طبيعة الناقل العصبي.

### الجهد العصبي ونقل الإشارات:

- يمتلك غشاء الخلايا العصبية فرقاً في الجهد (جهد الراحة -70 مللي فولت).
- يتم تعديل هذا الجهد لنقل الإشارات العصبية.
- الجهد الكهربائي ناتج عن حركة الأيونات عبر غشاء الخلية.

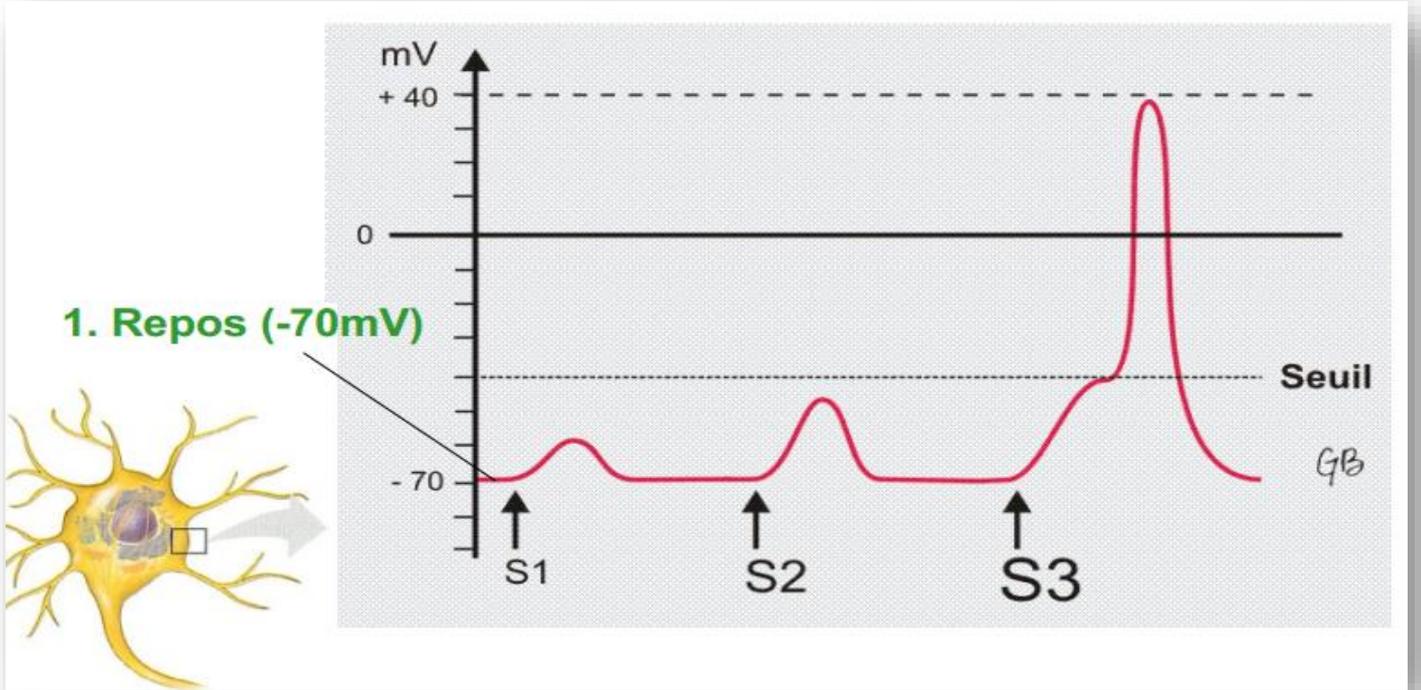
### الجهد الفعّال:

- هو إشارة كهربائية تتضمن إزالة الاستقطاب المؤقت لغشاء الخلية.

### النقل العصبي:

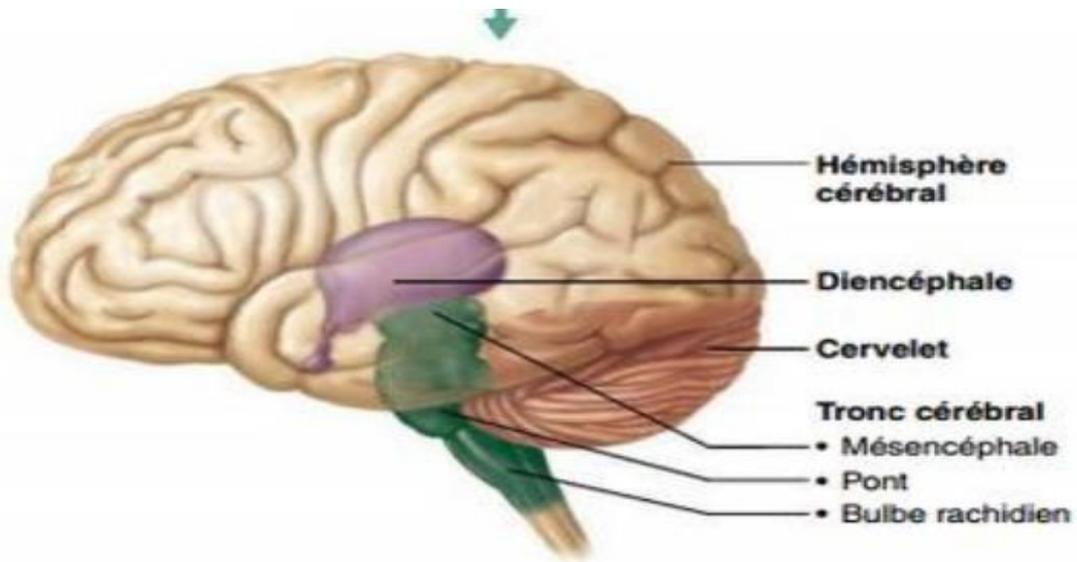
- تنتقل الإشارات عبر المشابك العصبية من خلال الناقلات العصبية.

- إذا تم تنشيط عدد كافٍ من المستقبلات، يتم توليد جهد عصبي جديد.

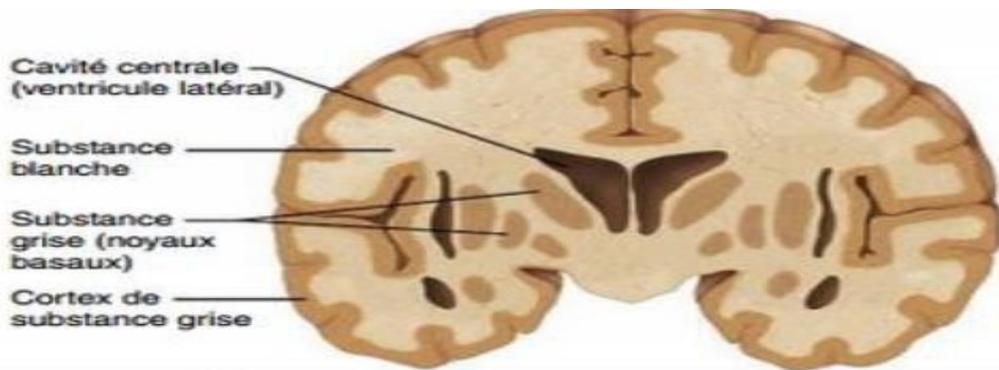


### الجهاز العصبي المركزي (CNS):

- يتكون من الدماغ (المخ، المخيخ، جذع الدماغ) والحبل الشوكي.
- **المخ:**
  - يحتوي على نصفين كرويين متصلين بالألياف العصبية.
  - القشرة (المادة الرمادية) مسؤولة عن التفكير والتحكم في الحركة.
  - يتكون من أربعة فصوص خارجية وفص داخلي:
    1. الفص الأمامي (الحركة والفكر).
    2. الفص الصدغي (السمع).
    3. الفص الجداري (الإحساس).
    4. الفص القذالي (البصر).

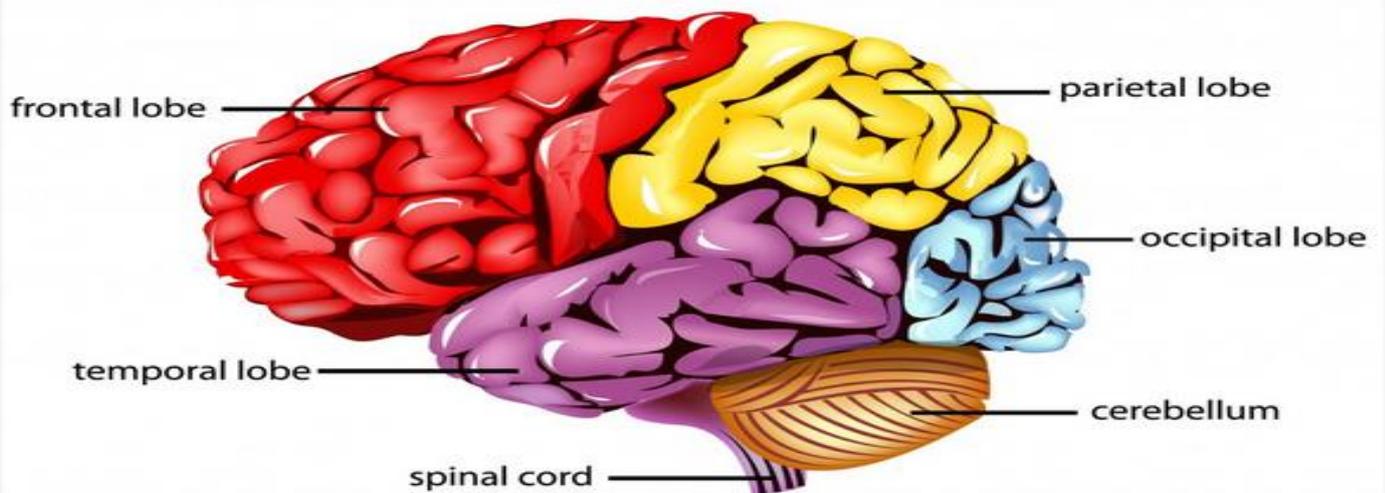


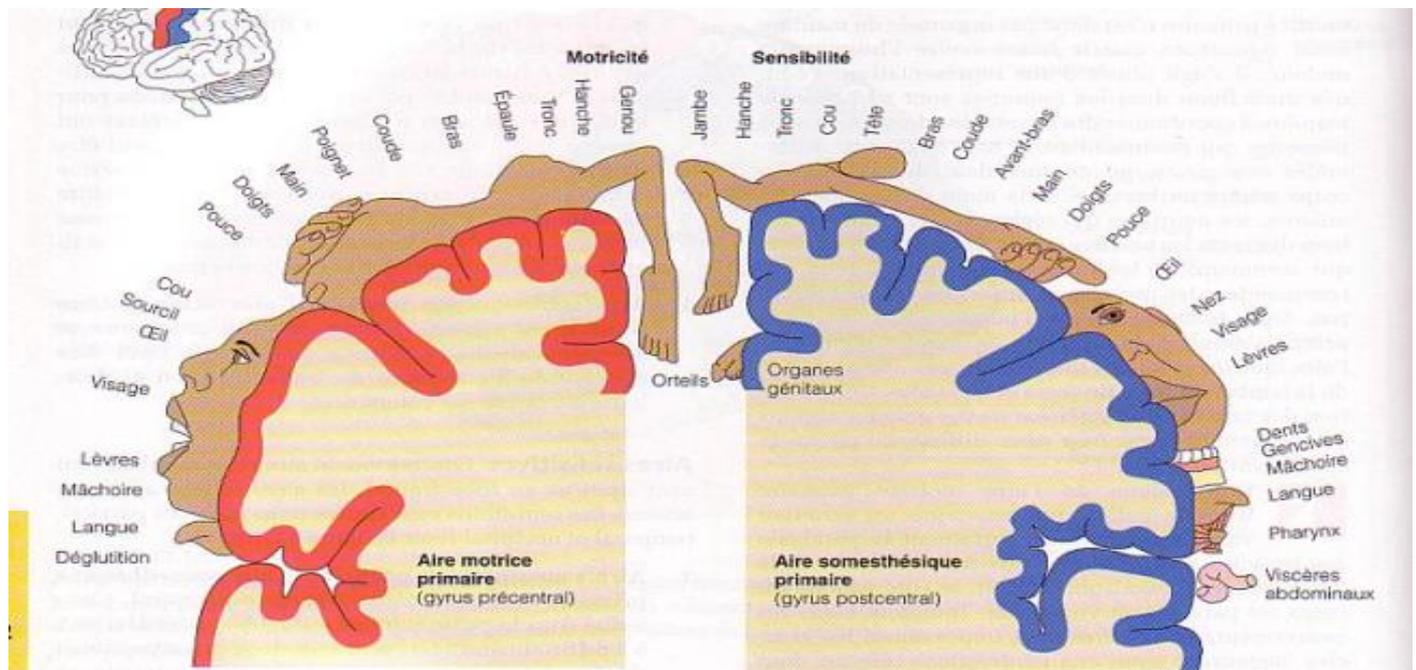
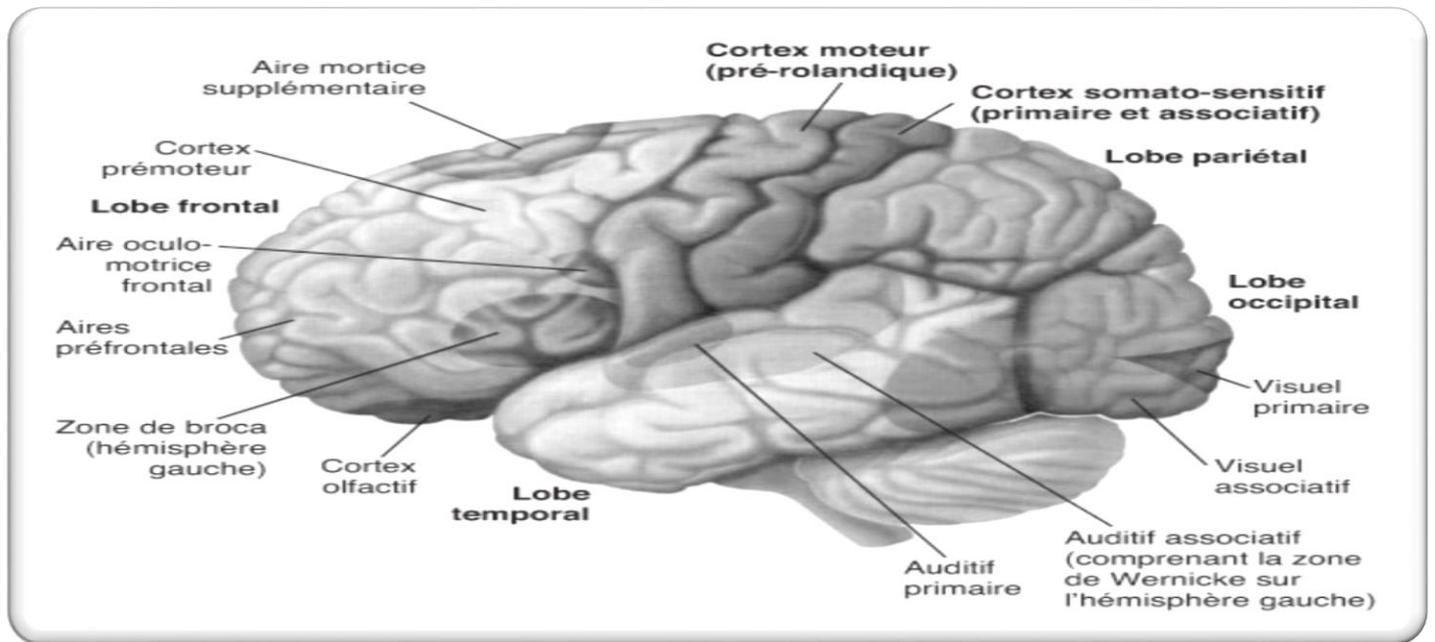
(c) Naissance : Structures et gyrus de l'encéphale chez l'adulte.



③ Le **cerveau** (que montre l'illustration) et le **cervelet** contiennent des îlots (noyaux) de substance grise enfouis dans la substance blanche ainsi qu'un cortex de substance grise qui enveloppe la substance blanche.

## Parts of the Human Brain





**FIGURE 12.11**  
**Aires sensibles et motrices du cortex cérébral.** La quantité de tissu cortical réservée à la motricité ou à la sensibilité

de chaque partie du corps correspond à la surface du gyrus occupée par le schéma de cette partie du corps. L'aire motrice primaire, dans le gyrus précentral, est

représentée à gauche, tandis que l'aire somesthésique primaire, dans le gyrus postcentral, est représentée à droite.