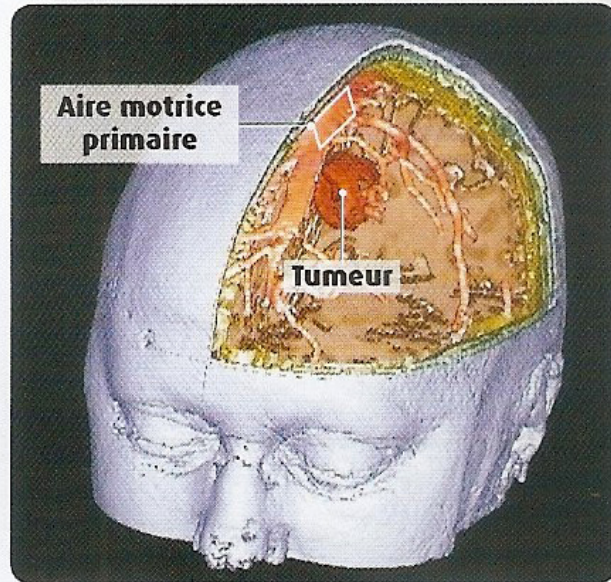


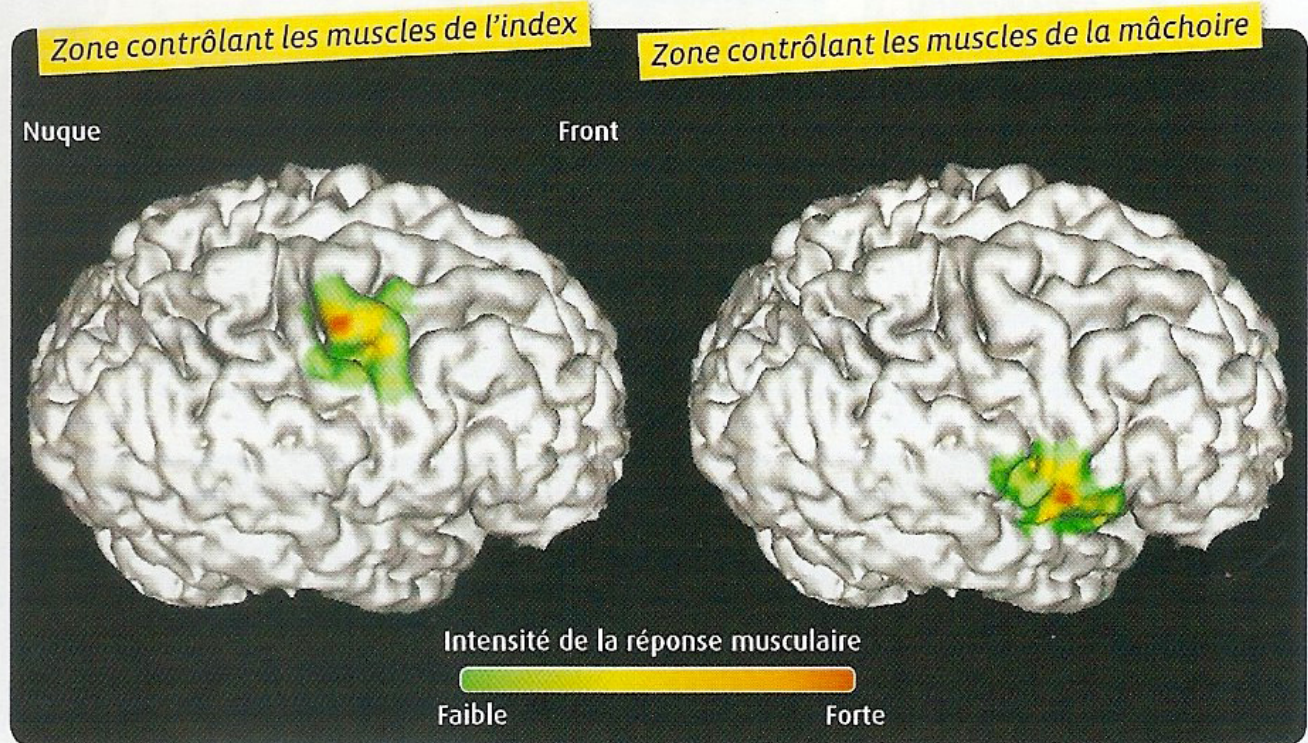
## II. Les zones du cerveau spécialisées dans la motricité volontaire

## 1) Les aires motrices

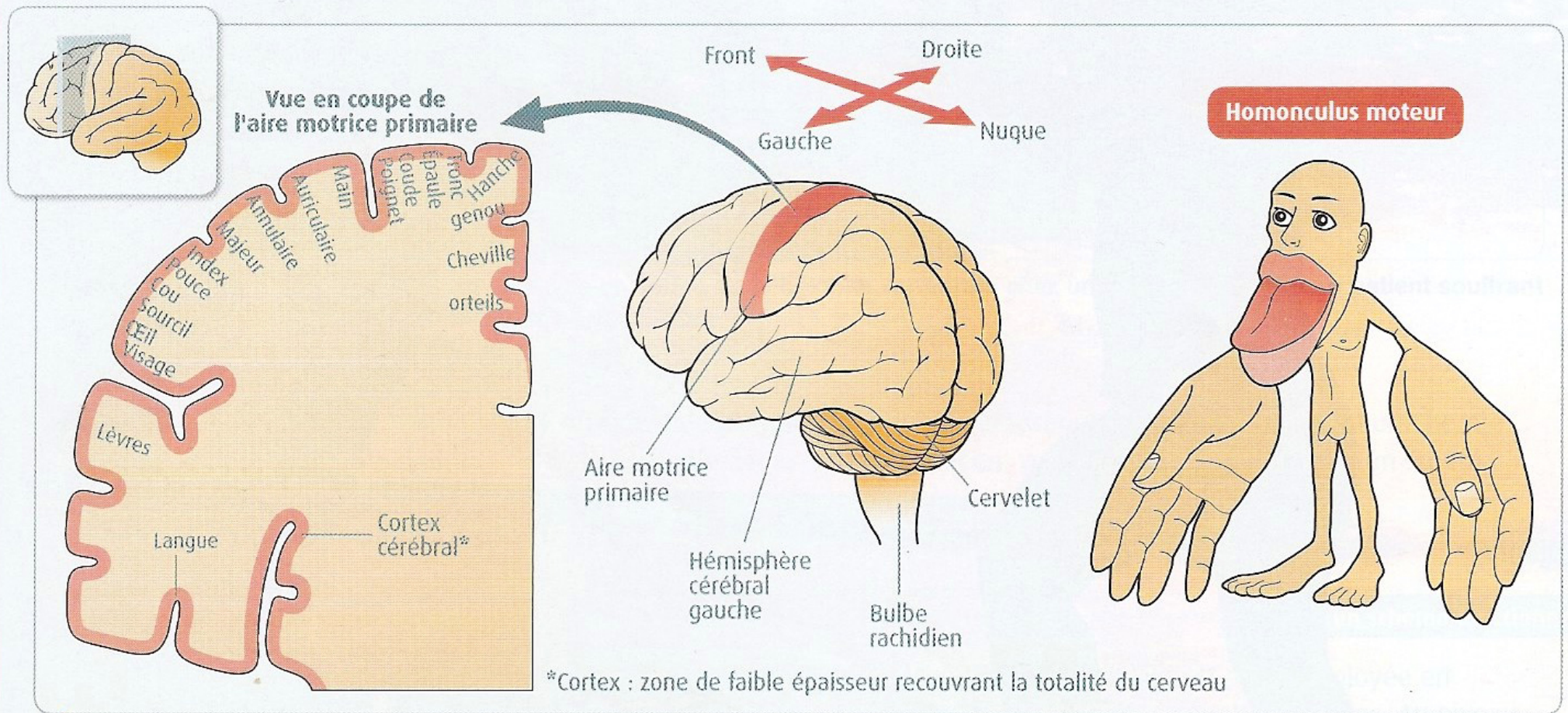
## L'aire motrice primaire et son organisation



**1** **IRM 3D d'un patient présentant une tumeur cérébrale.** La tumeur perturbe le fonctionnement d'une région du cortex appelée **aire motrice primaire** (ou aire M1, voir doc. 3). Le patient présente, entre autres, une difficulté à réaliser des mouvements volontaires. En revanche, les réflexes myotatiques se manifestent normalement.



**2** **Une expérience de stimulation magnétique transcranienne (SMT).** La SMT consiste à appliquer, au niveau d'une zone précise du crâne, une impulsion électromagnétique qui excite les neurones de la région du cortex sous-jacente. On suit alors la réponse de différents muscles (contraction). L'image obtenue est une carte des zones dont l'activation induit la contraction d'un muscle donné. Ces zones sont situées dans l'aire motrice primaire.



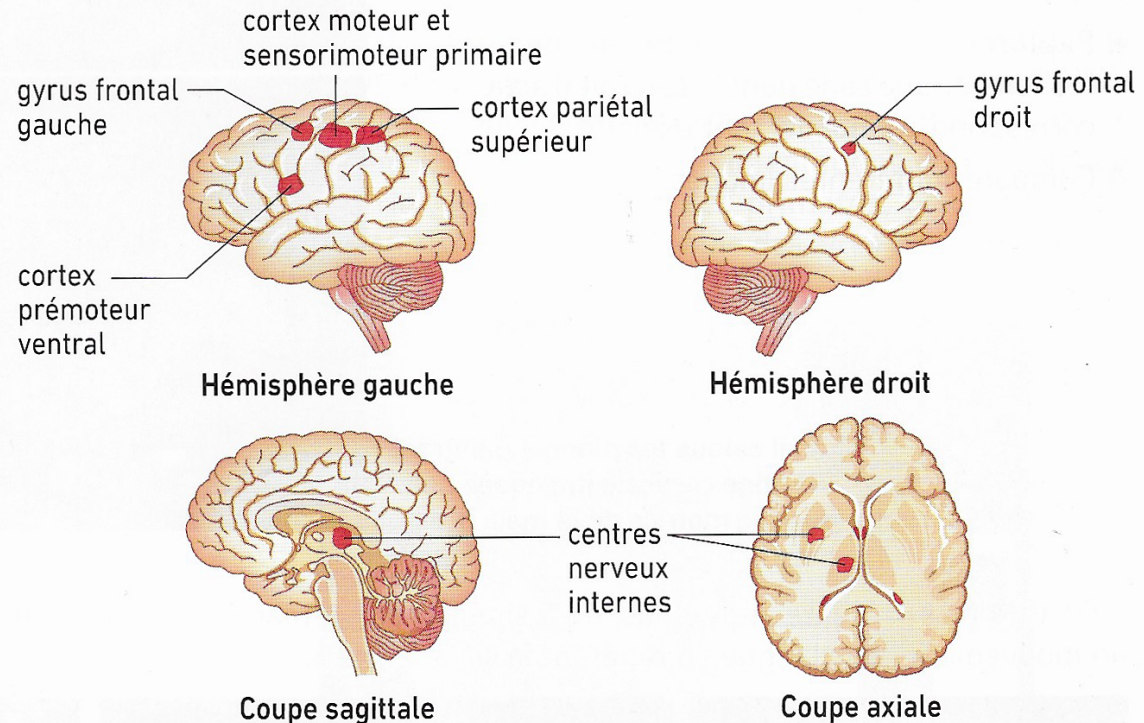
**3 L'aire motrice primaire et l'homunculus moteur.** Grâce à de nombreuses études, les zones de l'aire motrice primaire (M1) dont l'activation induit la contraction d'un muscle donné du corps ont été déterminées. On a ainsi établi une cartographie de l'aire M1. Dans chaque hémisphère, les zones contrôlant les mouvements des différentes régions du corps sont adjacentes. L'aire M1 de l'hémisphère gauche contrôle les muscles de la partie droite du corps et réciproquement. L'homunculus moteur figure un humain dont les différentes parties du corps ont une taille proportionnelle à la surface des zones de l'aire M1 qui en contrôlent la motricité.

## Les aires corticales coopèrent entre elles

L'étude des IRM fonctionnelles permet de mettre en évidence une coopération entre différentes aires du cortex et avec des centres nerveux plus profonds.

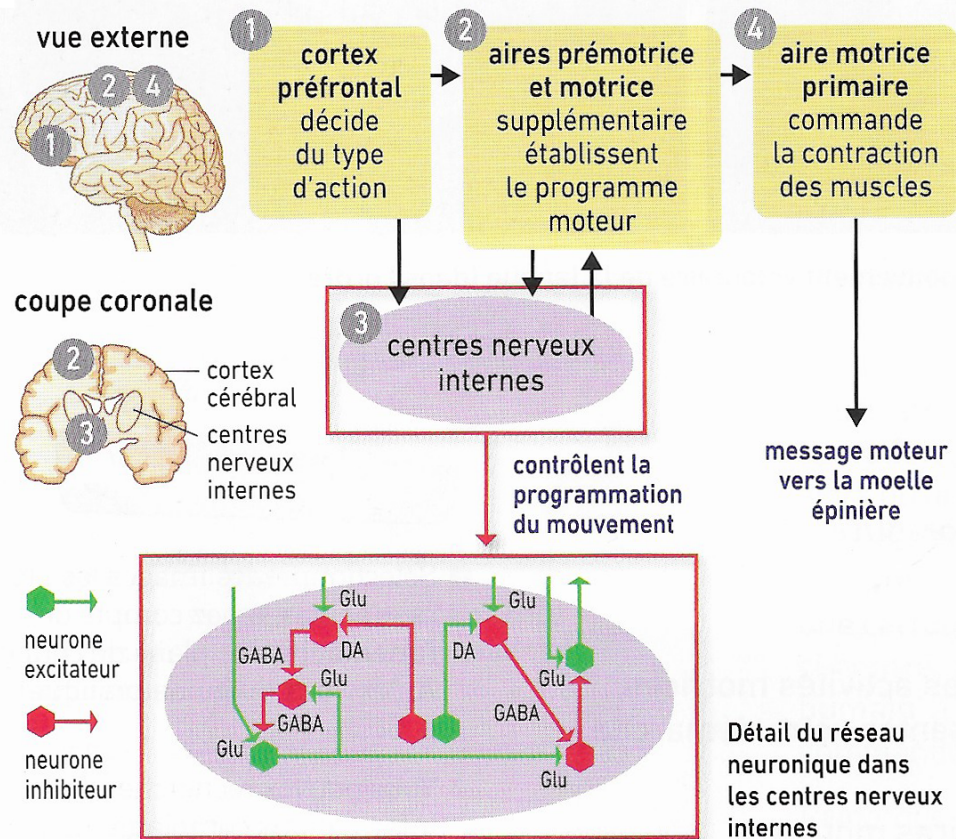
Le schéma ci-contre présente les zones activées chez un sujet droitier écrivant un texte (seules les régions impliquées dans l'acte d'écrire sont localisées).

L'écriture nécessite une action motrice complexe. Elle implique les aires corticales liées à la motricité fine (aires motrice, prémotrice et motrice supplémentaire), des centres nerveux plus profonds impliqués dans le contrôle de la motricité et des aires corticales liées à la formation des lettres et à l'écriture des mots.



■ Régions du cerveau actives chez un sujet écrivant un texte.

## Des voies neuronales complexes



■ Réseau neuronal impliqué dans le contrôle du mouvement.

Le schéma ci-contre présente, de manière simplifiée, le réseau neuronal cérébral contrôlant l'exécution des mouvements. Il fait intervenir des **voies neuronales\*** interconnectées où se propagent des messages codés en fréquence de potentiels d'action.

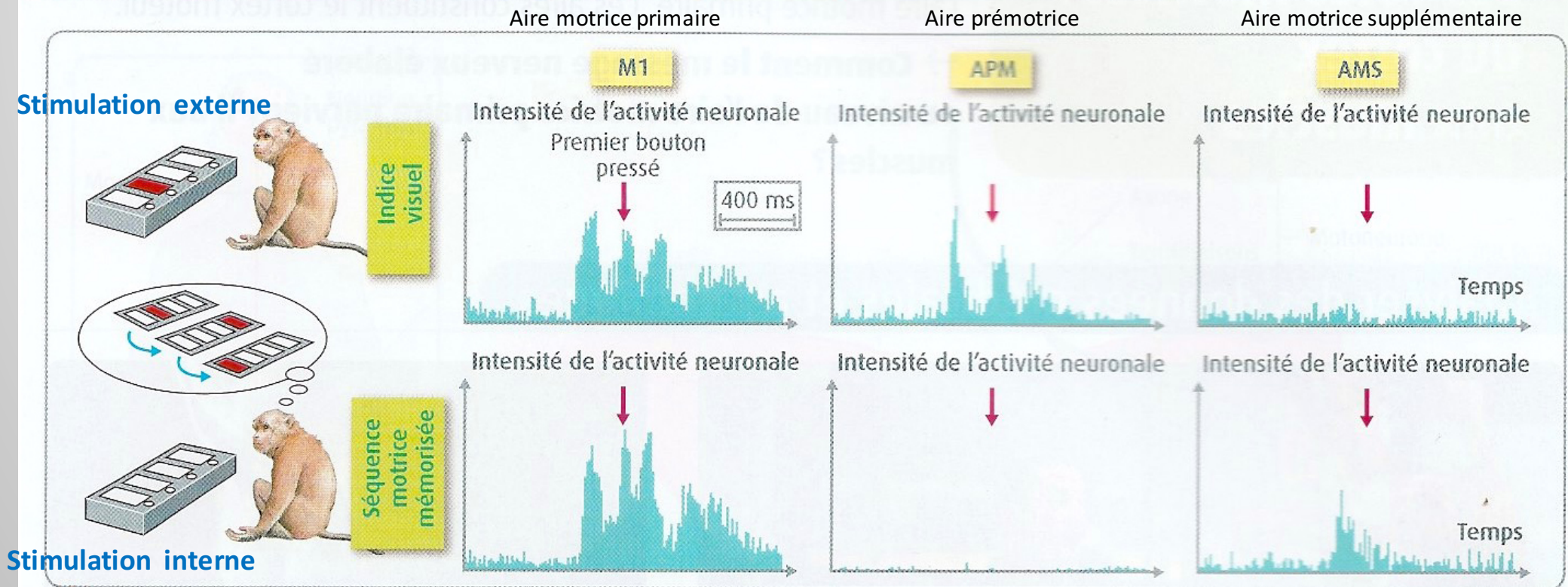
Les couleurs de représentation des neurones permettent de distinguer des neurones excitateurs (en **vert**) et des neurones inhibiteurs (en **rouge**).

L'action de ces deux types de neurones permet de moduler la fréquence des potentiels d'action le long des voies neuronales.

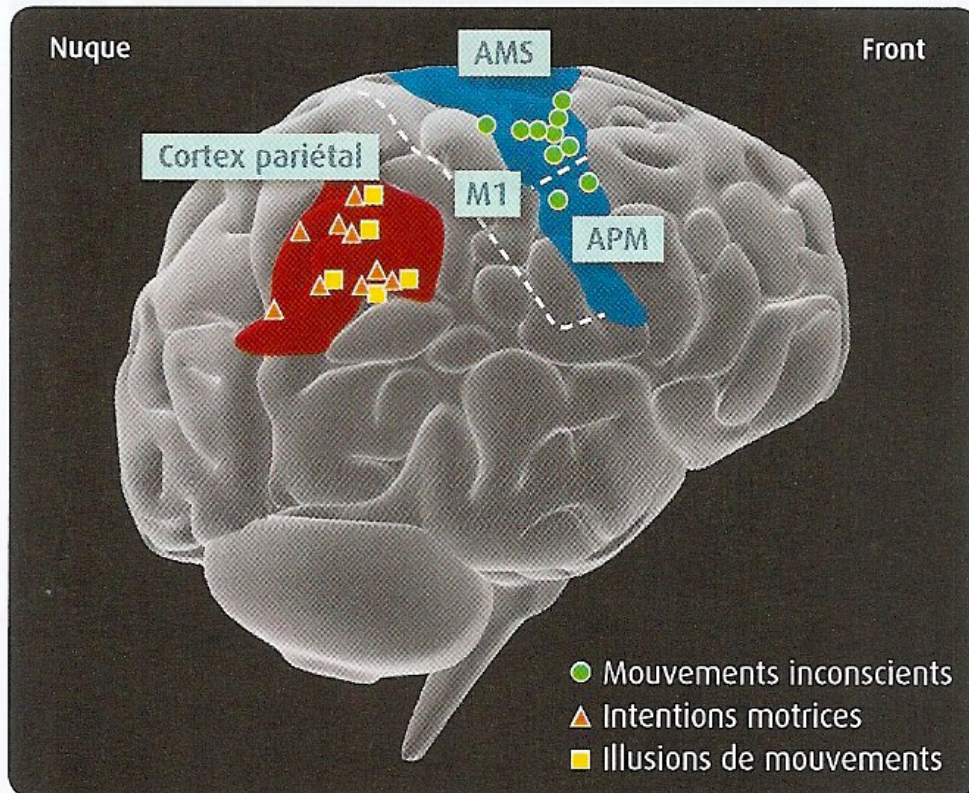
Les synapses entre les neurones font intervenir une grande diversité de **neurotransmetteurs\*** :

- Glu : Glutamate
- GABA : acide  $\gamma$ -aminobutyrique
- DA : Dopamine.

## D'autres aires corticales impliquées



**4** Une étude du rôle de deux aires cérébrales voisines de l'aire motrice primaire. Il est demandé à des singes de presser trois boutons dans un ordre soit indiqué par des signaux lumineux (indice visuel), soit qu'ils ont précédemment mémorisé (séquence mémorisée). On étudie dans le même temps l'activité de l'aire M1, de l'aire prémotrice (APM) et de l'aire motrice supplémentaire (AMS) (voir doc. 5). Quand l'APM ou AMS sont lésées, l'animal est incapable d'effectuer certains types de mouvements volontaires. Par exemple, il ne peut pas effectuer un mouvement s'il doit choisir entre différents mouvements possibles. En revanche, s'il n'y a pas de choix à faire, le mouvement reste possible.



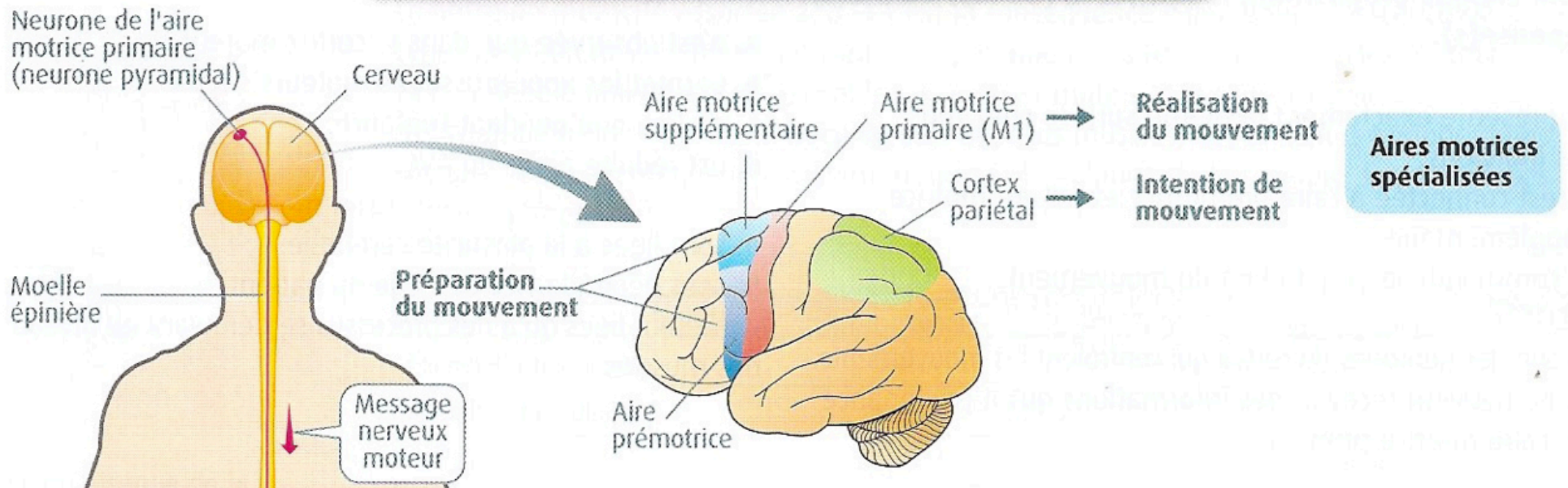
**5 Une étude du rôle du cortex pariétal.** Des stimulations électriques du cortex sont pratiquées chez des patients éveillés lors d'une opération sous anesthésie locale. Selon la région stimulée, les patients réalisent des mouvements inconscients ou bien restent immobiles tout en indiquant au chirurgien qu'ils ont envie de bouger une partie du corps (intention motrice) ou qu'ils ont l'impression d'avoir réalisé un mouvement.

De façon très simplifiée, on peut dire que la réalisation des mouvements volontaires implique la collaboration entre trois types d'aires corticales connectées entre elles. Certaines aires sont impliquées dans l'intention du mouvement, c'est-à-dire dans la décision de réaliser tel ou tel mouvement. D'autres aires sont impliquées dans la sélection des mouvements qui vont être nécessaires pour réaliser une séquence motrice donnée (contracter certains muscles pour appuyer sur un bouton par exemple) correctement et au bon moment : elles préparent en quelque sorte le mouvement. Cette préparation peut s'effectuer soit sur la base d'informations externes (« je dois appuyer sur le bouton dès que cette lumière s'allume »), soit sur la base d'informations internes (« je me souviens que je dois maintenant appuyer sur ce bouton »). Enfin, certaines zones commandent la contraction de tel ou tel muscle de sorte que la séquence motrice est réalisée.

**6 Des collaborations entre les aires corticales.**



## La commande volontaire du mouvement



BILAN :

Les mouvements volontaires sont contrôlés par les **aires motrices** du **cortex cérébral**.

Plusieurs aires motrices sont connectées entre elles :

- **L'aire motrice primaire M1** contrôle la **réalisation** des mouvements volontaires : chaque zone de cette aire contrôle la contraction d'un ensemble de muscles permettant le mouvement d'une région précise du corps.
- **L'aire pariétale** permet d'élaborer les **intentions** de mouvements (décisions) suite à des informations sensorielles reçues (externes)
- **L'aire prémotrice (APM) et l'aire supplémentaire (AMS)** permettent la **préparation** (planification) du mouvement en fonction des stimuli reçus : internes (AMS) ou externes (APM)