

**Ministère de l'Enseignement
Supérieur et de la Recherche
Scientifique**

République du Mali

Un Peuple – Un But – Une Foi



UNIVERSITE DES SCIENCES DES TECHNIQUES ET DES TECHNOLOGIES DE BAMAKO

Faculté de Médecine et d'Odontostomatologie

Contribution à l'étude de l'impact des champs électromagnétiques sur le système nerveux en particulier et la santé en générale.

ANNEE UNIVERSITAIRE 2013-2014 N°

TITRE

THESE

Présentée et soutenue publiquement le /03/2014

Par M. Hinama Moukoumbi Théophile Crépin

Pour obtenir le grade de Docteur en Médecine (Diplôme d'Etat)

JURY

Président : Professeur Adama DIARRA.

Membre : Professeur Cheik Fanta Mady TRAORE

Membre : Professeur Dogo MOUSSA KONE

Directeur : Pr. Amadou DIALLO

Hommages aux membres du jury

Qui malgré un emploi du temps chargé ont bien voulu nous accorder un peu de leur temps afin de juger ce travail.

A notre maitre et président du jury **Professeur Adama Diarra**

- Professeur de physiologie à la faculté de médecine et d'odontostomatologie
- Vice président de l'association communautaire de bacodjicoroni

Chère maître,

Nous vous remercions d'avoir bien voulu diriger ce jury de thèse.

La spontanéité avec laquelle vous vous êtes investie dans l'amélioration de ce travail nous a énormément marqué et ont renforcé en nous l'estime et le respect que nous vous portions dès nos premiers pas à vos côtés.

Votre exigence, votre courtoisie et votre accueil font de vous un maître respectable et admiré. Veuillez trouver ici cher maître; l'expression de nos sentiments respectueux.

A notre maitre et juge : **Professeur Dogo Moussa Koné**

- Professeur d'électronique à l'école nationale des ingénieurs
- Directeur des études à l'école normale d'enseignement technique et professionnel
- Conseiller technique au ministère de l'enseignement supérieur chargé des nouvelles technologies de l'informations et des communications
- Directeur du centre de l'université virtuelle africaine

Cher Maître,

Vous nous faites un immense honneur en acceptant de prendre part à ce jury.

Nous ne saurions assez-vous remercier pour votre participation au perfectionnement de ce travail.

A vos côtés, nous avons été marqués par votre courtoisie, votre humilité.

Veillez trouver ici, cher Maître, le témoignage de notre profonde gratitude.

A notre maitre et juge : **Professeur SEKOU Fanta Mady Traore**

→ Professeur titulaire en entomologie médicale

→ Responsable des cours en biologie à la FMPOS/FAPH

→ Co –directeur de MRTC/FMPOS

Cher maitre,

Ce travail est avant tout le fruit de vos efforts. Votre humanité, votre simplicité, la clarté de vos enseignements, votre amour pour le travail bien fait imposent respect et admiration.

Merci pour votre soutien et les conseils que vous nous avez prodigués.

Que ce travail soit pour nous le moyen de vous exprimer notre gratitude et notre haute considération.

A notre maître et Directeur de thèse : **Professeur Amadou Diallo**

Ancien vice recteur de l'université de Bamako

Professeur agrégé en biologie animale et zoologie à la FMOS

Honorable maître,

Les mots nous manquent pour exprimer tout le bien que nous pensons de vous.

Tout au long de ce travail et de ce parcours universitaire, vous avez forcé notre admiration tant par vos talents scientifiques que par vos multiples qualités humaines.

Votre éloquence dans l'enseignement, votre sens aigu du travail bien accompli, du respect et de la discipline font de vous un modèle.

Ce fut un véritable privilège pour nous d'avoir été comptée parmi vos élèves.

Recevez ici cher maître, l'expression de notre profonde gratitude et de notre profond respect.

Dédicaces

A Dieu, le Tout Puissant,

Je te rendrais grâce toute ma vie car ta bonté et ton amour sont sans fin. Merci de m'avoir permis d'étudier toutes ces années cette science. Fais de moi ton messager et qu'à travers tous mes actes, se manifeste ta magnificence. Tu nous as demandé la perfection, alors ne m'abandonne jamais. Même dans les pires moments de faiblesse, relève moi et guide moi sur le bon chemin. Bénis ce modeste travail. Amen

- **Anne Sowane Manguedi Hinama** dont la venue m'a permis de prendre conscience de la réalité de la vie. Tu trouveras dans quelques années l'amour inconsidéré que j'ai pour toi.

- A ma mère Manguedi **Rosalie** ép. **Moukoubi Inama** trouve ici MAMAN l'expression de ma profonde admiration, toi qui as supporté tous mes caprices tu as su faire de moi un homme, je te demande aujourd'hui de trouver ici la concrétisation de ton souhait celui d'avoir un Docteur en médecine parmi tes enfants. Tu es et resteras un modèle pour nous tous, par ta foi en DIEU, ton amour inconditionnel envers tes enfants, ton honnêteté, ta générosité et ta joie de vivre. Tu resteras toujours un modèle et une source d'inspiration pour moi. Trouve dans ce modeste travail Maman le témoignage de mon affection profonde et de cet amour **INDEFECTIBLE** pour ta personne.

- A Mon père **Moukoubi Inama Jean Christophe** ton sens de la famille, ton amour ET ton dévouement pour la réussite de tes enfants font de toi un exemple. Tu m'as appris l'amour du travail et la recherche de la perfection en toutes choses. Toi qui m'a toujours soutenu dans toutes les étapes de ma vie, toi qui contre vents et marrées a satisfait à tous mes besoins, puisse ce travail t'offrir l'occasion de me rendre digne de tes conseils. Je te remercie PAPA, pour tous les sacrifices et efforts consentis pour moi.

- A mes frères et sœurs **Déa, Stella, Jaurès, Astrid, Céline, Fred**. Vôtres déterminations respectives sont pour moi source d'inspiration. Je n'ai jamais connu plus patients et persévérants que vous. Vôtres complicité et vos encouragements chaleureux m'ont beaucoup aidé durant ces longues années d'étude. J'espère seulement ne jamais vous décevoir en tant qu'être humain, frère et médecin.

- A Jenny **Mathouet** pour ta présence durant toutes ces années. Trouves en ces propos l'estime et la considération profonde que j'ai pour ta personne.
- **A mes défunts parents.**

Remerciements

Ce travail a été réalisé dans les quartiers de la commune V de Bamako dans les quartiers de Baco Djicoroni ACI Golf et Fleuve pendant une année couvrant la période comprise entre février 2013 et février 2014.

Plusieurs personnes morales et physiques ont contribué au bon déroulement de ce travail. J'adresse mes sincères remerciements :

- Au **Mali** pays hôte et à sa population qui n'ont cessé de nous montrer chaque jour leur légendaire hospitalité, reconnaissance éternelle de ma personne et des miens à son endroit. Puisse Dieu réaliser le souhait de tous celui d'un Mali nouveau, celui que nous avons connu en arrivant.
- Au Ministère de la défense via le service santé militaire qui ne ménage aucun effort pour la formation d'une élite de jeunes médecins militaires Gabonais pour la concrétisation d'une armée de métiers Originale et Républicaine voulue par les plus hautes autorités de la République.
- Au **Pr. General des armées Jean Raymond Nzenze**, Directeur général des services de santé militaires, Médecin personnel du Président de la République chef de l'Etat pour ses conseils, son expérience partagées et sa disponibilité quand à la formation de jeunes médecins tant civils que militaires;
- Au **Colonel de la Garde Républicaine Madiba Longa Jean Claude, Conseiller du Gouverneur militaire de la République Gabonaise sur la place de Libreville**, ta rigueur et ton sens du devoir m'ont conduit chaque instant de ma vie. Tu m'as appris qu'il faut se battre et ne jamais baisser les bras. Je te remercie pour tout tonton. Trouves en ce modeste travail l'expression de toute ma reconnaissance.

- Au **lieutenant de Gendarmerie Blaise Pascal Moutindi** pour sa présence afin que mon rêve de « Médecin militaire » se concrétise, trouves ici ma déférente reconnaissance **mon « Papy »** J'espère être à la hauteur de tes attentes et davantage mériter ta confiance.

- Au **Dr. Moubeka Mouguengui Martine** pour ses conseils et ses orientations.

- Au **Dr. Moukoumbi Yonnelle Déa** pour sa présence permanente son soutien indéfectible, conseils et ses orientations pendant la rédaction de cette thèse;

- A **Monsieur Constant Wada** pour la confiance placée en ma personne, trouves ici l'expression de ma profonde considération et reconnaissance

A **monsieur Doumbia Fousseyni** pour sa présence constante et permanente son soutien multiformes et ses orientations en homme averti

- A **mes amis** de part le monde ne pouvant nommément vous citer, je vous prie de trouver en cette ligne l'estime que j'ai pour chacun d'entre vous en espérant qu'un jour nous puissions nous retrouver comme durant nos années de lycées

- A mes ami (e) s et frères de Bamako, la vie a voulu que nous nous retrouvions pour la grande majorité à Bamako. Durant toutes ces années nous avons ensemble connus des vertes et des pas mûres tant bien que mal nous y sommes parvenus. Sans nul doute des perspectives nouvelles pour chacun d'entre-nous, je reste optimiste quant au maintien de cette belle amitié qui a grandi au fil des années. Je pense particulièrement à Aude Messan Ossouka, LeonceMadjoupa, JeffreyMassalatPascal, MbiraCedric, FirolAworet, RolyfAworet, GastonyMateya, DarhelMapali, ShermineMboumba, Junior Tsamba, Tchelo Minko, Philip Dipango, Pryscillia Ogoula, Cynthia Tchikaya, Charlene Igaka,Aymard Obiang, Pamela Mpemba, Adangblenou Nasch Daurice Gana, et à ce qui sont tombés mais qui pourtant n'ont pas démerité.

- A mes amis des communautés sœurs **Maliennne, Camerounaise, Béninoise togolaise...**
- **Au corps professoral de la FMOS ex FMPOS**, Merci pour la qualité des enseignements dispensés

Abréviations

OMS	Organisation mondiale de la santé
CEM	Champs electro magnétique
TV	Television
GSM	Global system for mobile
WI-FI	Wireless Fidelity
DATA	système de gestion de données
SNC	Systeme nerveux central
B3	Vitamine hydrosoluble niacine
B1 = PP	Vitamine hydrosoluble thiamine
LCR	liquide cephalo rachidien
LNH	lymphome non hodgkinien
E	champ électrique (V/m)
H	champs magnétique
B	Induction magnétique ou densité de flux magnétique (T)
IRM	imagerie de résonance magnétique
M	mètre
DDP	différence de potentiel
MV	milli volt
KV	kilo volt
HVDC	High Voltage Direct Curent (courant continu haute tension)

Hz	Hertz
V	volt
μ T	Pico Tesla (μ T)
ADN	Acide désoxyribonucléique
RF	Radio fréquences
KHZ	Kilo Hertz
GHZ	Giga Hertz
ELF	Electromagnétisme très basse fréquence
THZ	Térahertz
EHF	Fréquences extrêmement hautes
VF	Fréquences audio
VLF	Très basses fréquences
LF	Basses fréquences
MF	Fréquences moyennes
HF	Hautes fréquences
VHF	Très hautes fréquences
UHF	Fréquences ultra hautes
SHF	Fréquences super hautes
BTS	Base Transceiver Station
E	Champs électrique
H	Energie magnétique

D	Distance (m)
E	Energie (v/m)
ICNIRP	Commission Internationale sur la Non Protection des Rayonnement Ionisants
SIGE	Signal de réseaux
DAS	Débit d'Absorption Spécifique (W/Kg)
OIT	Organisation internationale du travail

Table des matières

1. Introduction	1
1.1. <i>Objectif général</i>	3
1.2. <i>Objectifs spécifiques</i>	3
2. Généralités sur le système nerveux et son fonctionnement	4
3. Généralités sur les champs électromagnétiques	29
4. Méthodologie	44
4.1. <i>Cadre d'étude</i>	44
4.2. <i>Le type, le lieu, la période et la population d'étude</i>	44
4.3. <i>Collecte de données :</i>	44
4.4. <i>Critères de sélection</i>	44
4.5. <i>Taille des échantillons</i>	45
4.6. <i>Déroulement de l'enquête</i>	45
4.7. <i>Plan d'analyse et traitement des données</i>	45
4.8. <i>Considération éthique</i>	45
5. Résultats	49
6. Discussion	62
7. Conclusion	64
8. Recommandation	65
9. Références bibliographiques	66
10. Annexes	71
<i>Annexe 1 : Liste des tableaux</i>	71
<i>Annexe 2 : Liste des figures</i>	72

1. Introduction

L'industrialisation des sociétés et la succession continue des révolutions technologiques ont favorisé depuis quelques décennies un accroissement sans précédent du nombre et de la diversité des sources des champs électromagnétiques (CEM). En effet, ces sources diverses comprennent les écrans de visualisation associés aux ordinateurs et les téléphones mobiles, leurs stations de base mais aussi les pylônes de transmissions des divers signaux électromagnétiques. Bien que ces appareils aient rendu nos vies plus accessibles, plus aisées donc cossue les champs électromagnétiques qu'ils émettent suscitent certaines inquiétudes quant aux éventuels risques sur la santé humaine. Par définition, l'électromagnétisme traduit l'interaction entre particules chargées, qu'elles soient au repos ou en mouvement tandis que le réseau renvoie au support de la transmission des ondes. Cette dernière doit d'être relayée de manière continue, simultanée et rapide. Elle nécessite la mise en place d'un ou plusieurs équipements électroniques (ordinateurs, ...) géographiquement éloignés les uns des autres et interconnectés par des signaux des télécommunications, généralement de manières permanentes.

Elle a également l'avantage de permettre l'échange des informations entre les différents terminaux de réceptions et d'émissions .A titre d'exemple, le réseau internet en est l'illustration la plus complexe. En effet, la création des ondes électromagnétiques et les réseaux (radio, TV, GSM, Smartphone, etc.) employés par les téléphonies mobiles sont connus depuis les années 1940. C'est au cours de l'année 1973 que le premier téléphone portable fut crée par l'ingénieur Martin Cooper à Manhattan à New York. Cependant, ce fut en 1992 au sortir de plusieurs années de recherche que des ingénieurs parvinrent à mettre au point le premier téléphone portable tel que nous l'avons connu par Motorola après celui de 1983 qui n'était portable que de nom [1].

De nos jours quelque soit le domaine d'activité l'électromagnétisme est présente partout dans notre vie quotidienne (micro ondes, radiothérapie, scanner, voitures etc.). Comme le démontre le **Pr. Jean Philippe Vuillez** l'impact que peut avoir l'électromagnétisme est fortement dépendant de la notion de doses absorbées et du temps d'exposition des populations.

En Afrique par contre, on assiste depuis la fin des années 90 à un développement accru de cette technologie qui présente manifestement des avantages tels que la réduction des distances, la rapidité de la circulation de l'information, les investigations medicales et autres ,la télémédecine, etc. Malheureusement, il existe des inconvénients qui manifestement sont très

méconnus de la grande majorité des populations mêmes pour celles qui y sont exposées en permanence.

Dans le cas spécifique du Mali, deux opérateurs de téléphonies se partagent la gestion de la téléphonie mobile pour une population estimée à 15 millions d'habitants avec un réservoir potentiel de plus de 10 millions de téléphones portables en utilisation quotidienne. [2].

Pour ces deux structures de communications, il est devenu crucial et important sur tous les plans de fluidifier le signal, de l'améliorer en permanence, de favoriser l'interconnexion entre opérateurs. L'efficacité de ces actions précitées nécessite l'élaboration d'une cartographie téléphonique en termes d'implantations de mécanismes de relais de différents signaux et la possession des structures encore plus puissantes les unes des autres. C'est un réel acquis qui permettrait d'absorber les innovations technologiques telles que les téléphones portables en perpétuelles améliorations. On distingue, le wifi, « data », « edge », vidéos conférences, connexion via téléphones Smartphone (Android, Windows 8,...) et tablettes,...

Ces installations qui émettent un rayonnement électromagnétique permanent et dont très souvent les seuils d'exposition ne sont pas respectés exerceraient-elles une influence sur les systèmes biologiques du corps humain ?

Quels seraient leurs effets sur la santé humaine ? Quel pourrait être le niveau de dégradation de la santé humaine ?

Dans cette thèse, nous nous attèlerons à répondre à toutes ces interrogations en vue de mettre en évidence l'impact du rayonnement électromagnétique sur la santé humaine.

L'étude a été conduite dans la commune V du district de Bamako précisément dans le quartier de Bacodjicoroni ACI fleuve.

1.1. Objectif général

Evaluer l'impact de l'électromagnétisme sur la santé humaine.

1.2. Objectifs spécifiques

- 1) Décrire les connaissances générales des participants sur l'électromagnétisme et leur niveau d'informations sur les risques de l'implantation des pylônes.
- 2) Déterminer le temps d'exposition des participants et la distance avec les pylônes.
- 3) Identifier les symptômes rencontrés chez les participants en rapport avec la distance d'implantation des pylônes.

2. Généralités sur le système nerveux et son fonctionnement

Anatomie du système nerveux

Le système nerveux se compose de deux grandes parties : **le système nerveux central et le système nerveux périphérique.**

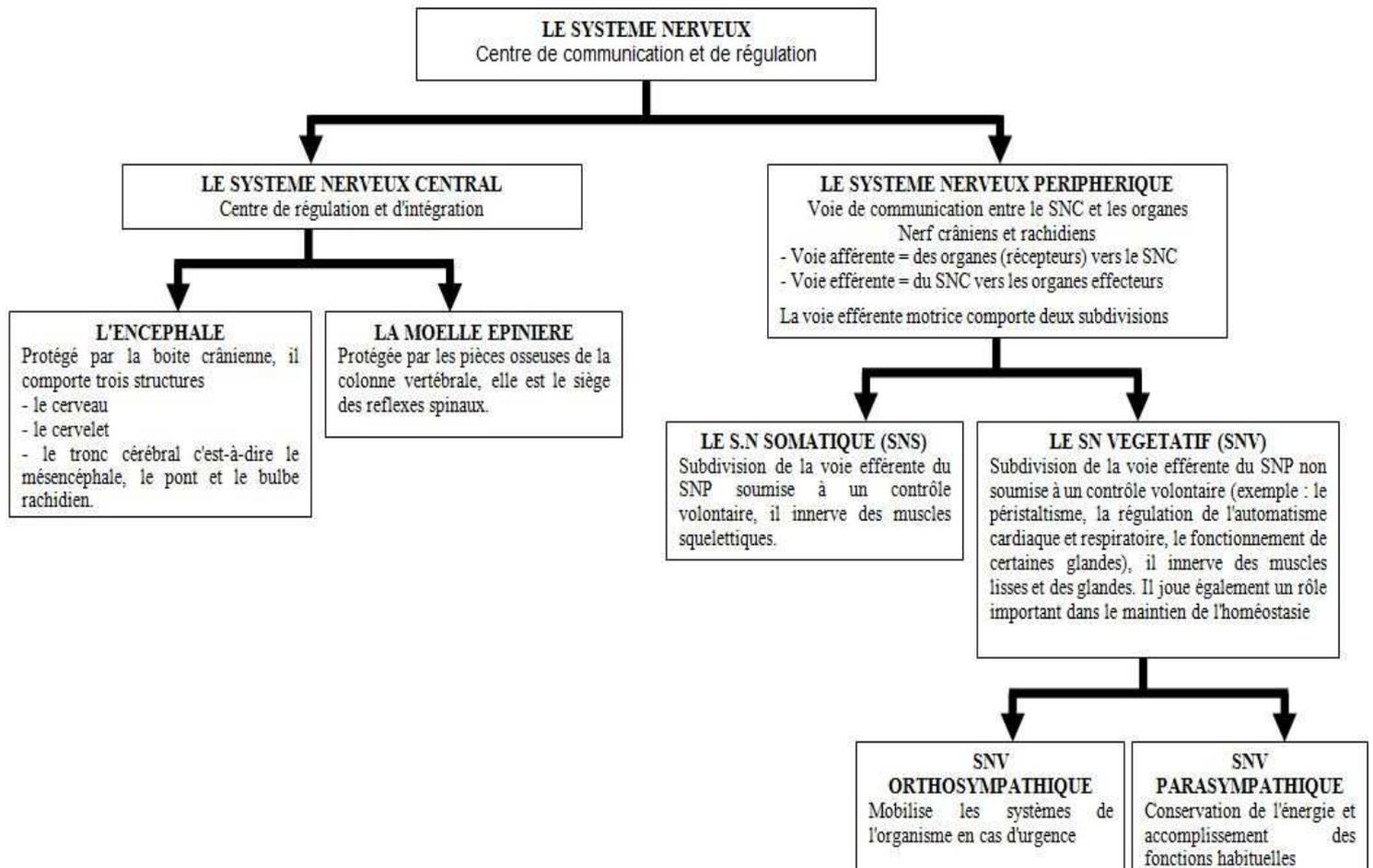


Figure 1: Répartition du système nerveux [3].

Le neurone

La cellule nerveuse ou neurone est l'unité fonctionnelle du tissu nerveux. En effet il s'agit d'une cellule différenciée formant avec les cellules gliales le tissu nerveux. Les cellules gliales assurent la nutrition et le soutien des neurones et facilitent l'établissement de nouvelles connexions [4].

Le nombre de neurones est estimé à 100 milliards et possèdent comme propriétés fondamentales :

L'excitabilité : c'est la capacité de réagir à un stimulus et à le convertir en influx nerveux qui est le potentiel électrique se déplaçant sur un axone après que le neurone ait été stimulé.

La conductivité : c'est la capacité de propager et de transmettre cet influx à d'autres neurones, à des muscles, ou à des glandes.

Le neurone est composé d'un corps cellulaire, de dendrites et d'un axone de la fibre nerveuse ou cylindraxe n'est autre que le prolongement d'un neurone (axone) entouré d'une gaine. Il existe deux sortes de gaines isolées ou associées entourant la fibre nerveuse : la gaine de **myélines** la gaine de **Schwann** ou neurilemme [4].

--- Les fibres sans myéline ni gaine de Schwann : ce sont les fibres nues qui existent pendant le développement de l'embryon

--- Les fibres sans myéline mais à gaine de Schwann : Ce sont les fibres de REMAK, elles constituent les nerfs végétatifs (nerfs viscéraux), elles sont de couleurs grises.

--- Les fibres myélinisées sans gaine de SCHWANN, ce sont les fibres de la substance blanche du système nerveux central et du nerf optique.

--- Les fibres myélinisées avec gaine de SCHWANN, sont les plus abondantes dans tous les nerfs périphériques. Ce sont les plus typiques et les plus perfectionnées [4].

La myéline est un mélange de lipide phosphoré. Elle donne à la fibre nerveuse une couleur blanc-méat caractéristique. Elle est considérée comme une réserve nutritive pour le cylindraxe et elle joue le rôle d'un isolant électrique. Elle protège la fibre nerveuse des courants d'influx venant des fibres voisines. La gaine de myéline présente des incisures (incisures de SCHMIDT - LANTERMANN) et des étranglements appelés nœuds de RANVIER [4].

La gaine de SCHWANN recouvre la gaine de myéline. Elle est formée de cellules plates soudées entre elles (c'est le syncytium). Il existe un noyau ovalaire entre chaque étranglement de RANVIER [4].

Comme toutes cellules, le corps du neurone comprend un cytoplasme et un noyau. Il existe diverses variétés de neurones.

Les neurones multipolaires

Situés dans le névraxe, ce sont les plus nombreux et les plus typiques. De formes étoilées. Ils ressemblent au neurone pris pour type de description. Ils ont un seul axone mais plusieurs dendrites. Les influx nerveux arrivent au corps cellulaire par les multiples pôles dendritiques pour se diriger vers l'axone [4].

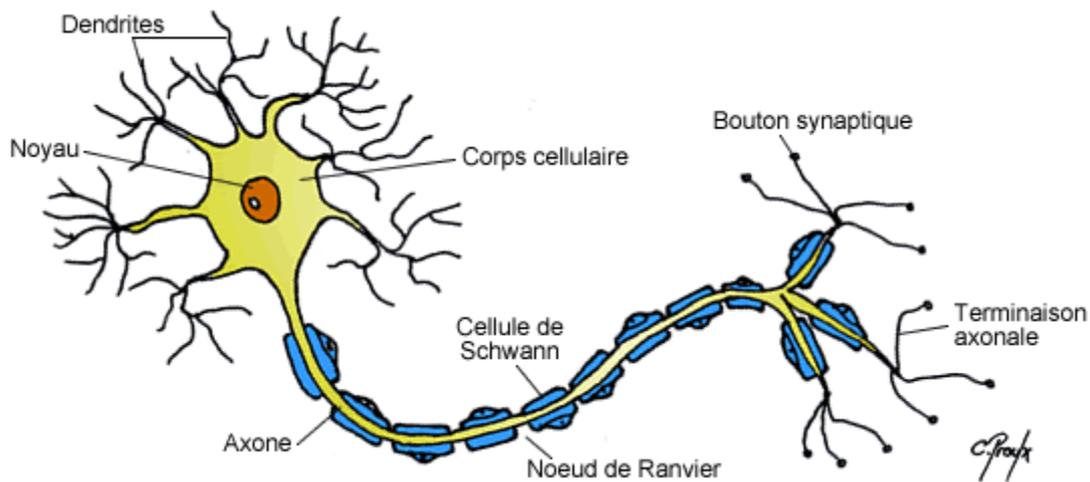


Figure 2 : Le neurone [3].

Les neurones bipolaires

Ils possèdent une seule dendrite et un seul axone. Le sens de propagation de l'influx nerveux se fait toujours des dendrites vers l'axone. De tels neurones existent dans la rétine

Les neurones en T

Ils semblent être unipolaires. En effet, leur forme spéciale résulte d'un accollement partiel entre la dendrite et l'axone. Ces cellules en T existent dans les ganglions spinaux. Ce sont les corps cellulaires des premiers neurones sensitifs [4].

Sur le plan **fonctionnel**, on a :

Un neurone sensitif qui crée un potentiel d'action sensible jusqu'à la moelle en rouge

Neurone moteur c'est la transmission du message nerveux allant du SNC vers le muscle effecteur en bleu.

Neurone d'association se définit donc comme étant l'association des deux types de neurones précédents.

Le neurone est constitué d'un noyau qui est un véritable générateur de courant d'électrons à partir duquel émerge des filaments terminés en spirales qu'on appelle les dendrites ces dernières jouent un rôle d'émetteurs récepteurs des champs électromagnétiques.

Sur le plan du fonctionnement des neurones on admet qu'à chaque impulsion du noyau de la cellule les dendrites sont parcourues par un courant d'électrons qui génèrent un CEM.

Ainsi au moins une dendrite d'une cellule recevra ce CEM et le transformera en courant qui renseignera le noyau de la cellule réceptrice le CEM ainsi créé se maintient car il est généré par une source qui est le corps donc reste solidaire des autres éléments du CEM généré par ce même corps

Dans le corps il existe une zone assez particulière qu'on appelle le plexus c'est une zone très intéressante plus qu'elle est à forte densité de dendrites cependant cette zone semble être le centre de communication d'énergie avec l'environnement .

Il est donc normal de penser que les zones à forte concentration de dendrites seraient un moyen de communication d'énergie.

En conclusion on peut considérer que notre corps est un conducteur de courant qui n'est pas recouvert d'une gaine isolante ceci entraîne obligatoirement une dispersion de son CEM autour de nous

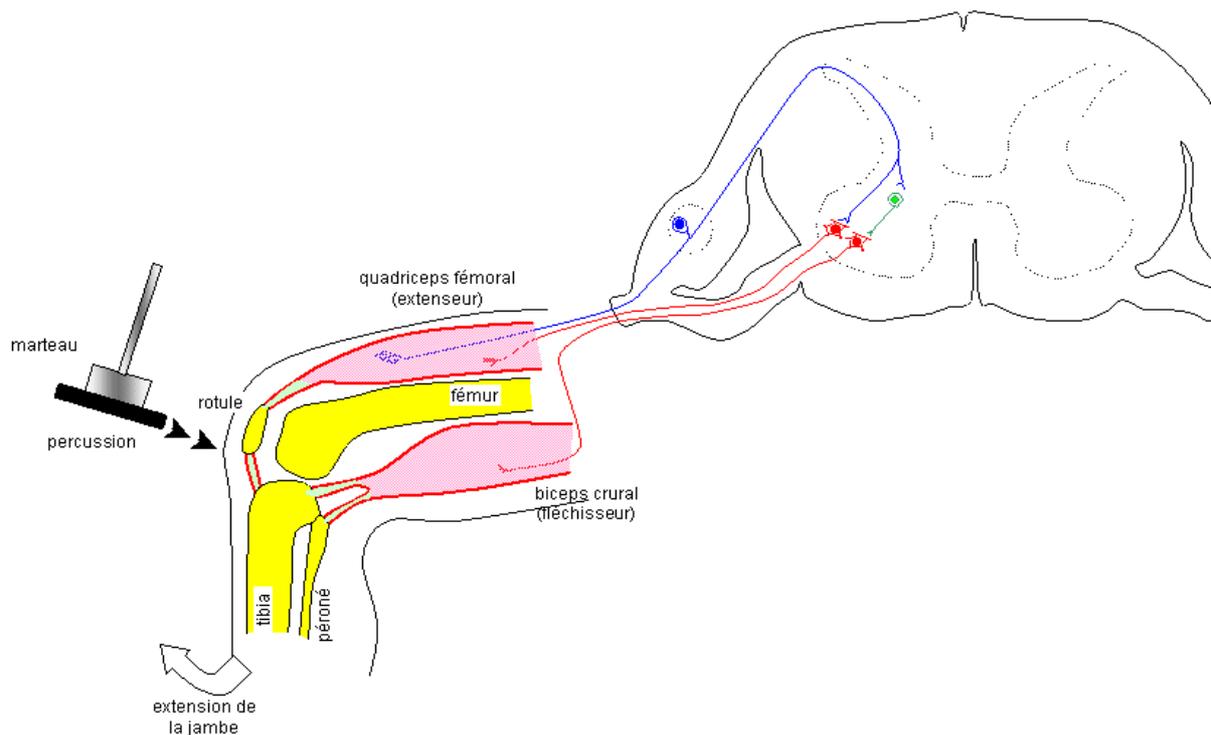


Figure 3 : Cheminement de l'influx nerveux

Le métabolisme du neurone est semblable à celui des autres cellules. Mais étant très différencié, il n'est pas capable de multiplication. Son métabolisme est principalement basé sur la présence de glucose, d'oxygène et de cofacteurs vitaminiques. Deux substances lui sont spécialement indispensables : ce sont les vitamines B1 (ou thiamine) et la vitamine B3 ou PP (pellagre preventing). La vitamine B1 assure l'utilisation complète des glucides et son absence provoque des neuropathies carencielles avec scléroses et dégénérescence des neurones.

L'avitaminose PP dite pellagre, entraîne chez l'Homme des troubles mentaux et une nervosité accrue par neuropathie et encéphalopathies carencielles [4].

Le neurone est très actif et sensible, très sensible au manque d'oxygène. Les neurones du cerveau sont les plus sensibles à la privation d'oxygène : anoxie cérébrale, en 3 minutes de cet état privatif de manière totale on assiste très souvent à des lésions cérébrales irrévocables. [4].

La régénération nerveuse peut se présenter de différentes façons :

--- Si la fibre nerveuse n'est pas sectionnée, mais comprimée (neuropraxie par hématome ou œdème interstitiel), l'influx nerveux est temporairement suspendu, interrompu. La récupération spontanée survient dans un délai de 6 à 8 semaines [4].

--- Si la fibre nerveuse est coupée avec conservation de ses gaines de SCHWANN et de myélines, la régénération se fait normalement à la vitesse approximative d'un millimètre par jour et la fibre retrouvera son trajet normal en suivant les gaines [4].

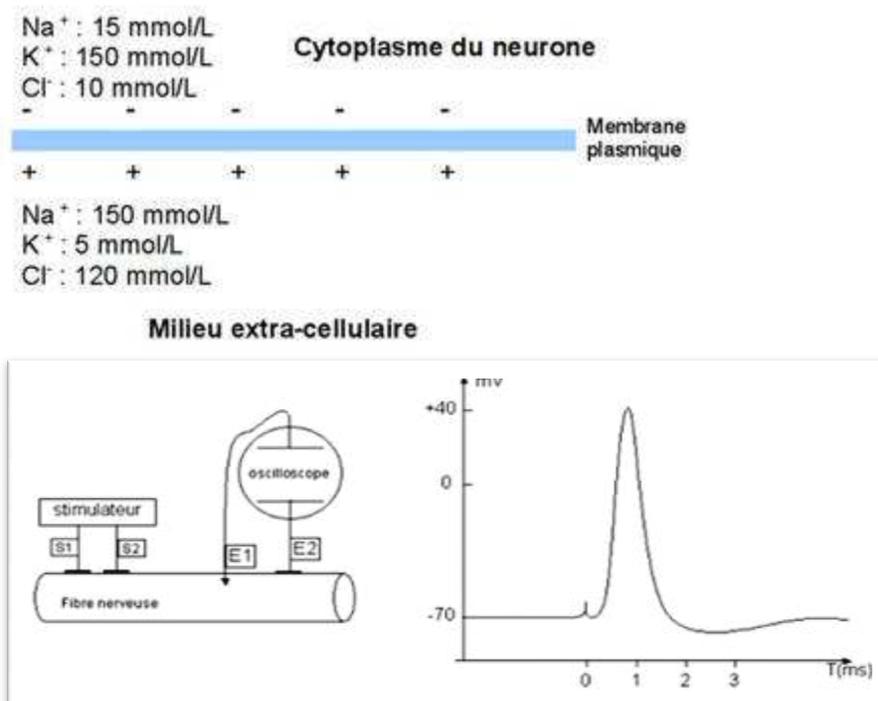
--- Si les gaines sont sectionnées, la fibre nerveuse peut repousser dans les gaines de voisines et présenter d'éventuelles fausses routes.

--- Si les gaines sont divisées et les deux segments très éloignés, les fibres n'étant plus guidées se recourbent en pelotons ou en boules appelées névromes qui sont spécialement douloureux [4].

Fonctionnement électrique du neurone

Potentiel de membrane :

On peut mesurer de part et d'autre de la membrane plasmique de toutes les cellules de l'organisme une *différence de potentiel* provoquée par une inégale répartition des charges positives et négatives entre les milieux intra- et extracellulaire. Du côté extracellulaire se trouve une majorité de charges positives et du côté intracellulaire, une majorité de charges négatives. En l'absence de stimulation, cette DDP transmembranaire, variable suivant les cellules, est de l'ordre de **-60 à -70 mV pour les neurones et d'environ -35 mV pour les cellules photo réceptrices**[28].



Naissance du message électrique

Les cônes et les bâtonnets sont des **récepteurs des stimuli lumineux**. Lorsqu'un rayon lumineux (ou photons) est absorbé par les pigments présents dans la membrane des photorécepteurs, ceci déclenche dans les neurones ganglionnaires une manifestation électrique appelée **potentiel d'action qui est à l'origine du message sensoriel**. Le message nerveux provenant de la rétine est propagé par les fibres du nerf optique sous forme de signaux électriques, c'est le potentiel d'action [28].

Une **variation d'intensité du stimulus** visuel est traduite par une **variation de la fréquence de ces signaux élémentaires** (soit une augmentation, soit une diminution). C'est donc bien un message, constitué de signaux électriques, et non l'image elle-même, qui est transmis vers le cerveau.

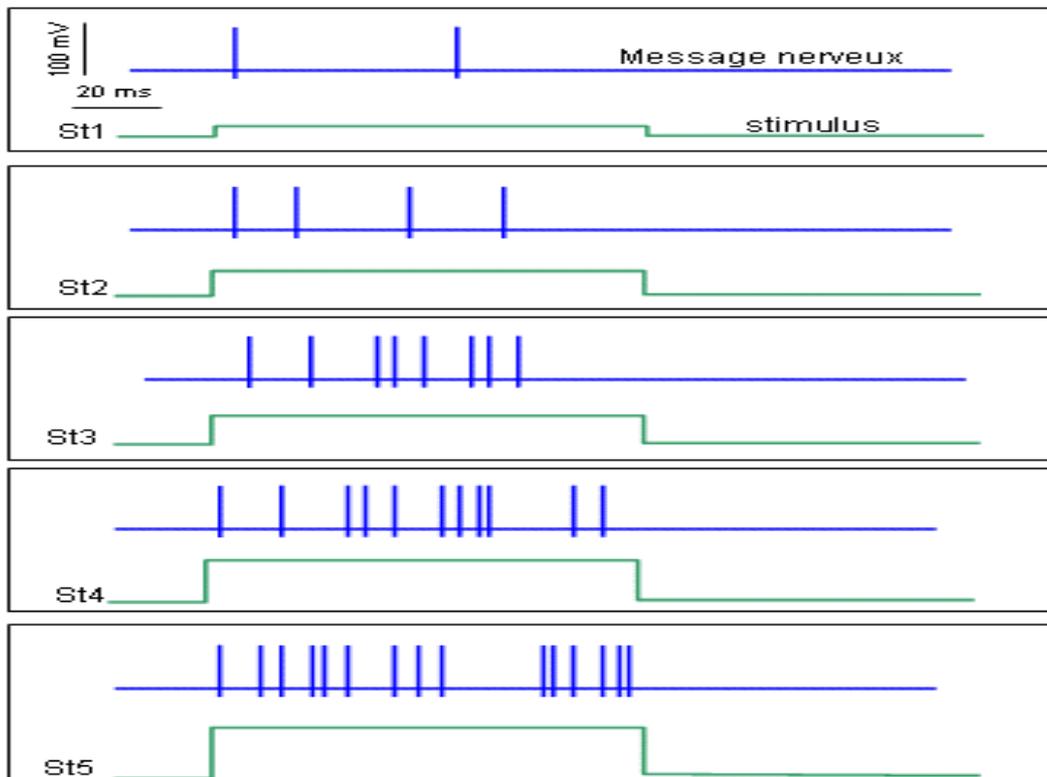


Figure 4 : Variation de l'intensité du stimulus

La principale source majeure de l'électricité cérébrale est le thalamus et l'ensemble des mitochondries contenues dans les cellules de l'organisme [28].

Il devient alors évident de constater que les neurones au moment de leur fonctionnement créent un champ électromagnétique autour d'eux ; on comprend alors aisément que toutes variations de ce champ électromagnétique peuvent entraîner une modification sur le fonctionnement des récepteurs

Les synapses

La jonction entre deux neurones est appelée **synapse**.

L'arborisation qui est l'extrémité ramifiée de l'axone d'un neurone est en effet en contact avec les dendrites ou le corps du neurone suivant. Il existe donc des synapses **axo-somatiques** et des synapses **axo-dendritiques**. Certaines sont excitatrices et d'autres inhibitrices, assurant ainsi la régulation de la transmission synaptique.

--- notion de densité synaptique

Il existe environ 6000 synapses pour un motoneurone [4], la transmission de l'influx nerveux dans la synapse se fait grâce à la libération locale de la substance chimique pouvant être de l'adrénaline, l'acétylcholine, la sérotonine, la glutamine etc. Ces substances sont appelées **médiateurs chimiques ou neurotransmetteurs**, et sont au nombre d'environ 50 [5].

Les synapses peuvent être périphériques ou centrales :

---les synapses centrales : Elles se localisent essentiellement dans le système nerveux central et constituées de multiples chaînes de neurones disposées bout à bout et en relation réciproque par leur pôle contraire.

--- les synapses périphériques : Elles sont représentées par la jonction synaptique neuromusculaire de la plaque motrice des fibres musculaires [4].

Notion de dégénérescence

On parle de dégénérescence lorsqu'il y a destruction du corps cellulaire d'un neurone, la fibre nerveuse se dégrade en totalité .

Lorsque la fibre nerveuse est sectionnée, la partie distale c'est-à-dire celle n'étant pas en contact avec le corps cellulaire se dégénère, ce phénomène est dit **dégénérescence wallerienne**. Par contre, la partie proximale celle restant donc en contact avec le corps cellulaire peut se régénérer (c'est le mal des amputés) [4].

Le système nerveux central (névraxe)

Le névraxe est situé dans l'axe de symétrie du corps, il est protégé par les enveloppes osseuses (le crâne et le rachis) et les conjonctives (les méninges). Il est constitué de deux éléments à savoir : **l'encéphale** constitué d'environ **100 milliards** de neurones de lui émerge 12 paires de nerfs crâniens noté de **I à XII** venant directement du tronc cérébral lui-même accolé à la base de l'encéphale et **la moelle épinière ou moelle spinale** logée dans les os de la colonne vertébrale, elle rejoint l'encéphale à travers le foramen magnum du crâne. Elle contient environ **100 millions** de neurones, **31 paires de nerfs spinaux ou nerf rachidiens** émergent d'elle, chacun des nerfs innervent une région particulière du côté droit ou gauche du corps [3, 4].

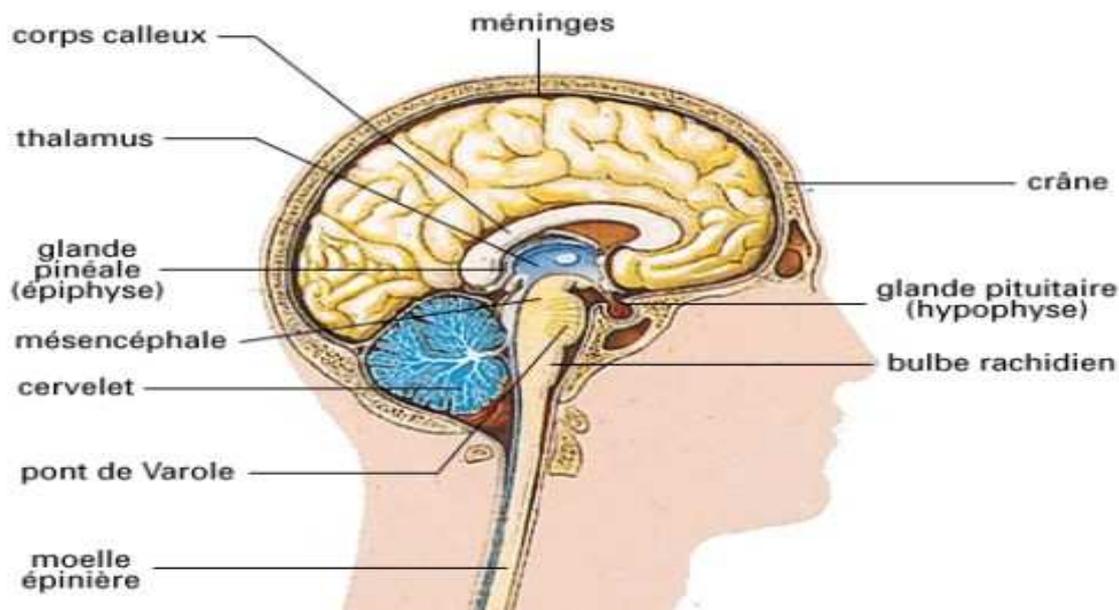


Figure 5: système nerveux central [6].

Le cerveau

Situé dans la boîte crânienne, il est constitué de deux hémisphères qui sont séparés par une profonde commissure, scissure sagittale : c'est la scissure médiane. Chaque hémisphère issu

de cette scission possède une action sur le coté opposé à sa localisation et donc au contrôle des différentes actions de l'organisme [4].

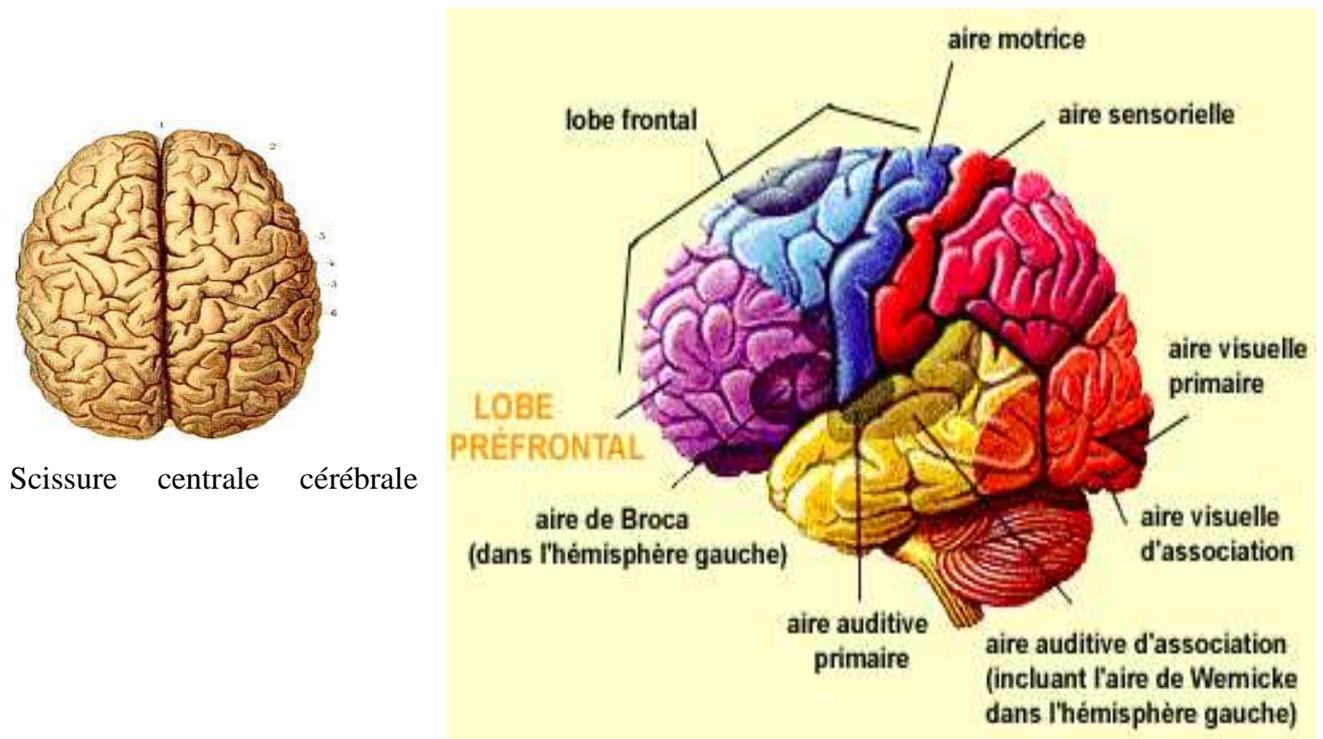


Figure 6 : Le cerveau

Ces deux hémisphères issus de la scissure sont composés par le cortex recouvrant la substance blanche et des amas de substance grise (les noyaux gris centraux qui sont le centre de la motricité).

Le plus volumineux des noyaux gris centraux est le thalamus (c'est le centre de la sensibilité) [7].

Au centre du cerveau se trouve une boucle de matière blanche (le corps calleux) qui constitue un pont entre les deux hémisphères [5].

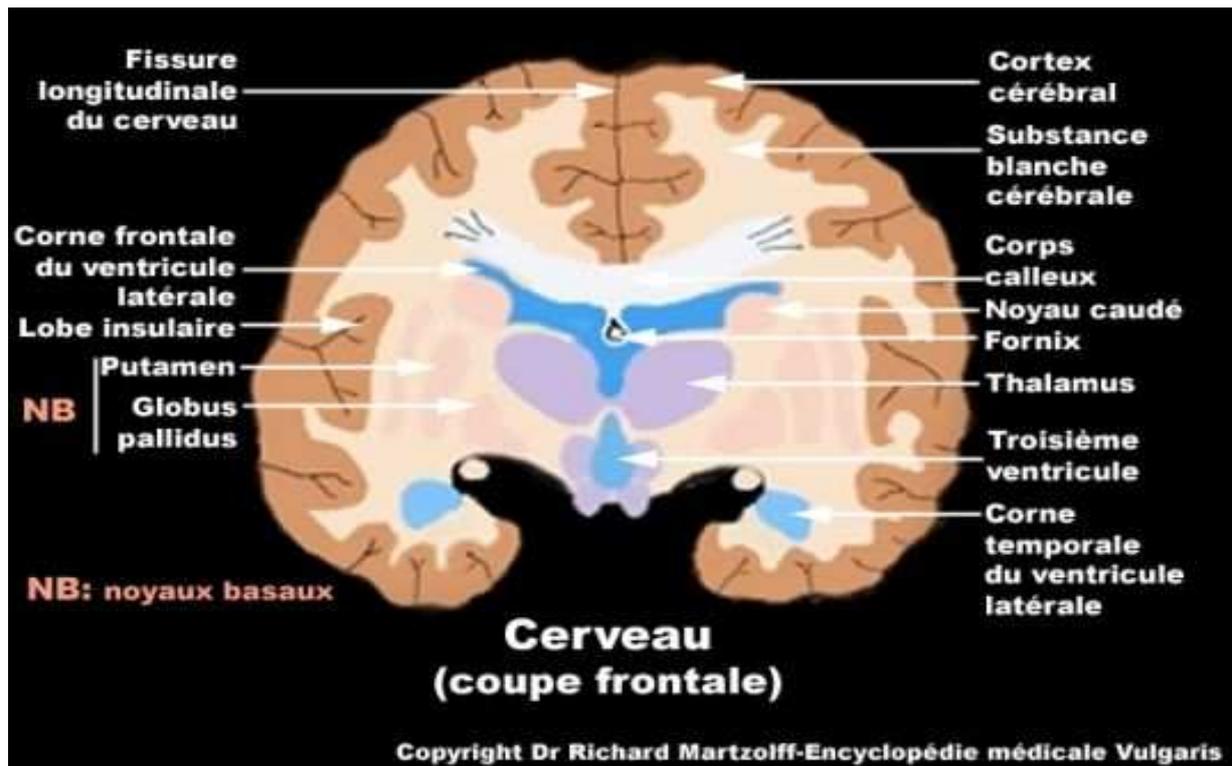


Figure 7 : Coupe frontale du cerveau [8].

Chaque hémisphère du cerveau est constitué de 4 lobes séparés par sillons (scissures) :

--- le lobe : frontal, pariétal, temporal, et occipital

--- le sillon : central ou la scissure de ROLANDO, latéral ou scissure de SYLVIUS, et occipito-pariétal. [9].

Le cervelet

Situé à la face postérieure du tronc cérébral, dans la fosse postérieure de la boîte crânienne, le cervelet comme son nom l'indique est un "petit cerveau" [7]. Il représente 10% du volume de l'encéphale et 50% des neurones [5].

Il est composé de substance grise formée de cellules de **PURKINJE** (en périphérie) de substance blanche et des noyaux (gris en son centre) [8].

Il joue un rôle important dans l'équilibration, la régulation du tonus de la posture ainsi que la coordination des mouvements volontaires [7].

Il est recouvert par trois méninges classiques et est entouré par l'espace sous arachnoïdien contenant le liquide céphalo – rachidien, espace qui autour du cervelet est constitué des cavités plus vastes appelées citernes. [4].

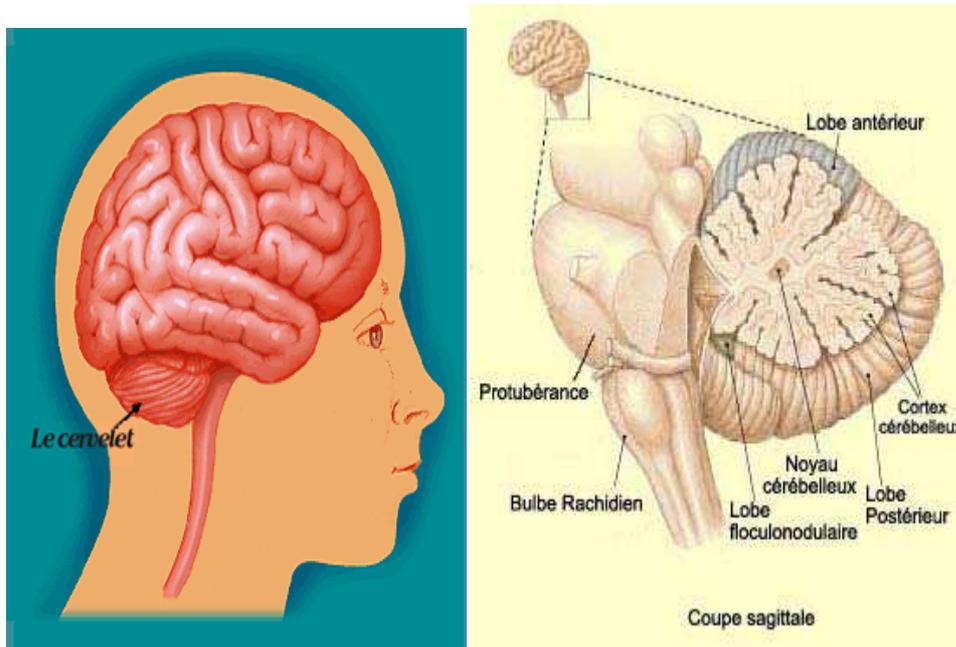


Figure 8 : Le cervelet [10].

Le tronc cérébral

C'est le segment du névraxe qui est placé au dessus de la moelle, sous le cerveau et en avant du cervelet, au centre de la fosse crânienne postérieure. C'est une portion dilatée du névraxe qui présente à décrire 3 parties qui sont de bas en haut :

- la moelle allongée (bulbe rachidien)
- le pont (protubérance annulaire)
- le mésencéphale (péduncules cérébraux) [4].

En arrière entre le tronc cérébral et le cervelet on trouve le 4^{ème} ventricule.

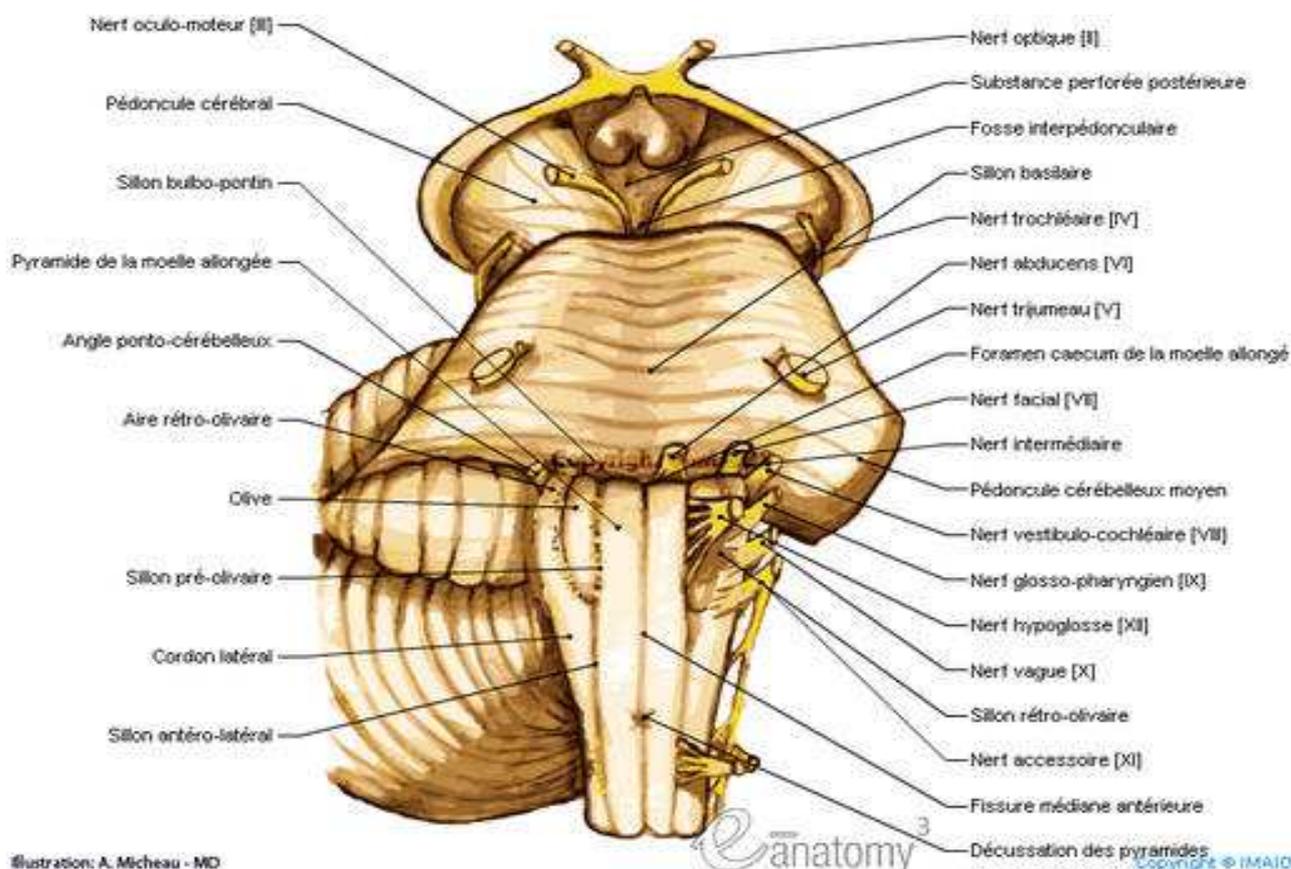


Figure 9 : Tronc cérébral et principales paires de nerfs crâniens [11].

Les nerfs crâniens naissent du tronc cérébral à l'intérieur de la boîte crânienne. Ils quittent la cavité crânienne en traversant les trous de la base du crâne (**le foramen magnum**) pour atteindre leur destination c'est-à-dire les régions de la tête et du cou. Ils ont donc un segment de trajet intra crânien puis extra crânien. Ils sont en tout point comparables, par leur structure aux nerfs spinaux et contiennent pour la plus part des fibres motrices, des fibres sensitives, des fibres végétatives. Quelques uns d'entre eux sont purement sensoriels. Ils sont au nombre de 12 de chaque côté et numérotés en chiffres romain [4].

Dans le cerveau les cellules nerveuses jouent le rôle d'émetteurs récepteurs des CEM cette particularité nous oblige à regarder autrement la communication entre les cellules nerveuses qui ne seraient pas électriques mais électromagnétiques donc non liées à la contiguïté des cellules cela implique une rapidité plus importante de déplacements de l'information.

Cette fonction de la cellule nerveuse à des conséquences donc sur la localisation de la mémoire ainsi que sur notre vie en général. Ceci devrait nous mettre en garde contre les fléaux de notre société qui menacerait sans nul doute jusqu'à long terme l'Homme en tant que tel.

Nous avons dans le corps de milliers de milliards de neurones qui génèrent sans cesse des CEM qui finalement sont à l'origine de la conscience toutes perturbations au niveau de ces CEM peuvent avoir des retentissements sur le fonctionnement physiologique de l'Homme

On peut considérer le cerveau comme un énorme gestionnaire de banque de données, il les trie, les refoules, les recoupe et raisonne logiquement à partir de toutes ces données.

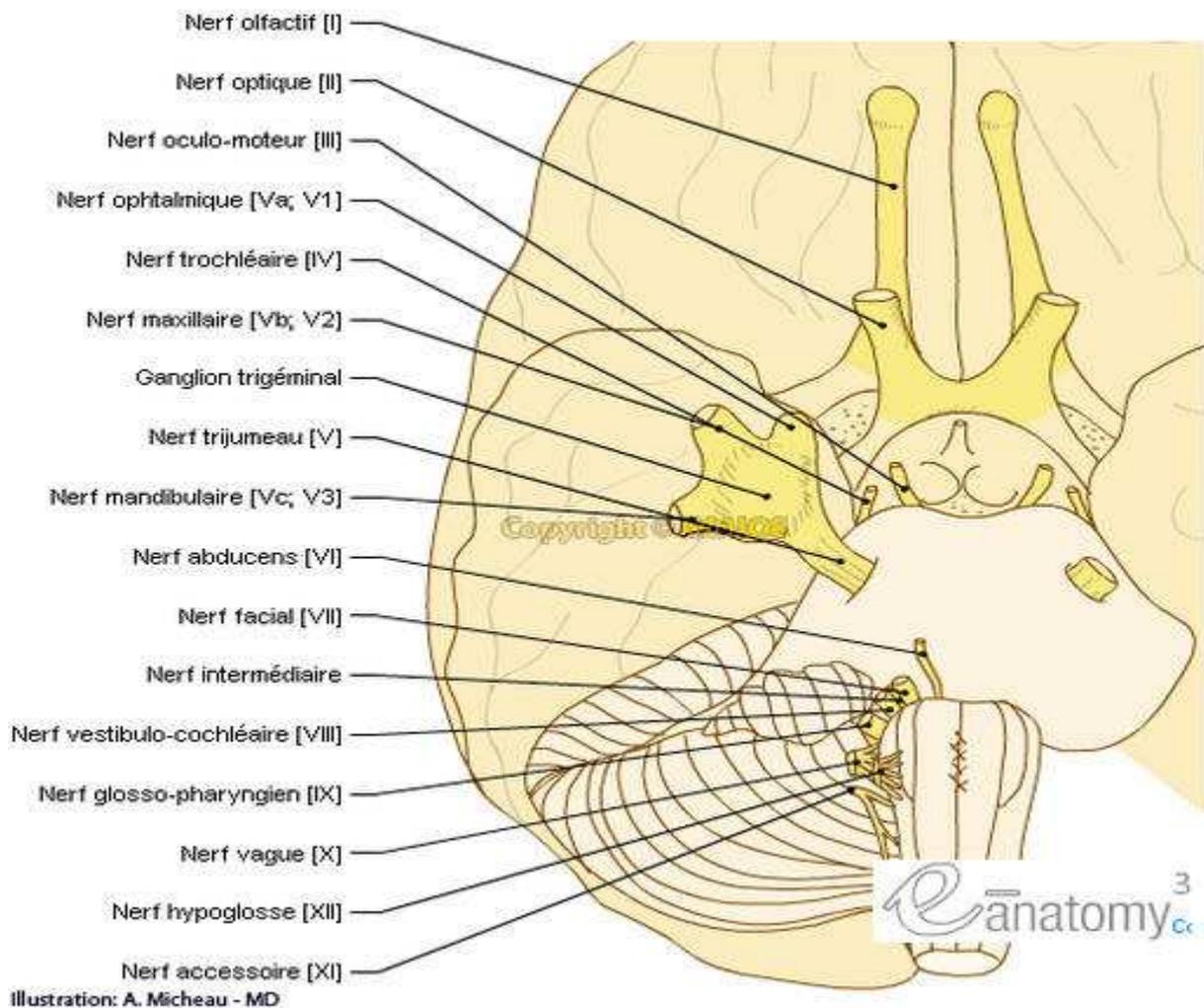


Figure 10 : Les 12 paires de nerfs crâniens [11].

La moelle spinale :

C'est un long cordon cylindrique de tissus nerveux aplati d'avant en arrière situé dans le canal vertébral. Elle débute au dessus de la **première racine cervicale** jusqu'à la deuxième vertèbre lombaire. Elle mesure en moyenne 45 cm de long chez l'adulte contre 70 cm pour le canal rachidien et a un poids estimé à 30g.

La moelle présente deux renflements : un renflement cervical avec comme segment médullaire C5-T1 et un renflement lombaire T10-L5 qui correspondent à la naissance des plexus avec une grande densité de neurones destinés aux membres (**plexus brachial et plexus lombo-sacré**) [12].

Entre ces deux renflements, on trouve la **moelle thoracique** contenant moins de neurones et donc de diamètre plus réduit. **L'épicône** (segment médullaire de L5 à s2) est la partie de la moelle située sous le renflement lombaire correspondant à l'innervation des membres inférieurs et du petit bassin.

Le **cône médullaire ou terminal**, (segment médullaire S3 au coccyx) fait suite à l'épicône. Il correspond à l'innervation du périnée. C'est l'extrémité inférieure de la moelle [12].

Il existe 31 paires de nerfs spinaux qui naissent de la moelle épinière. Elles possèdent près de la moelle deux racines : la racine dorsale sensitive pourvue d'un ganglion spinal dans lequel se trouve un corps cellulaire, des neurones sensitifs, (cellules en T) et la racine ventrale motrice qui contient le cylindraxe des neurones moteurs. Le nerf spinal ainsi constitué est donc un nerf mixte [4].

En raison de la croissance différentielle de la moelle épinière et du canal vertébral, la disposition des racines dans ce canal varie selon le niveau considéré. Au niveau cervical, les racines sont pratiquement horizontales. Elles deviennent progressivement de plus en plus obliques le long de la moelle thoracique puis de plus en plus verticale au niveau de la moelle lombo-sacré. Enfin à ce niveau, les nerfs spinaux descendent verticalement sous la moelle dans le cul-de-sac dural. L'ensemble de ces racines nerveuses lombo-sacrées constituent **les nerfs de la queue de cheval**. Ils sont responsables de la motricité et de la sensibilité des membres inférieurs, des sphincters et du périnée [4].

Globalement, la moelle épinière donne naissance à 8 nerfs spinaux cervicaux (C1-C8), 12 nerfs spinaux thoraciques (T1-T12), cinq nerfs spinaux lombaires (L1-L5), 5 nerfs spinaux sacrés (S1-S5), un nerf spinal coccygien (Co) [4].

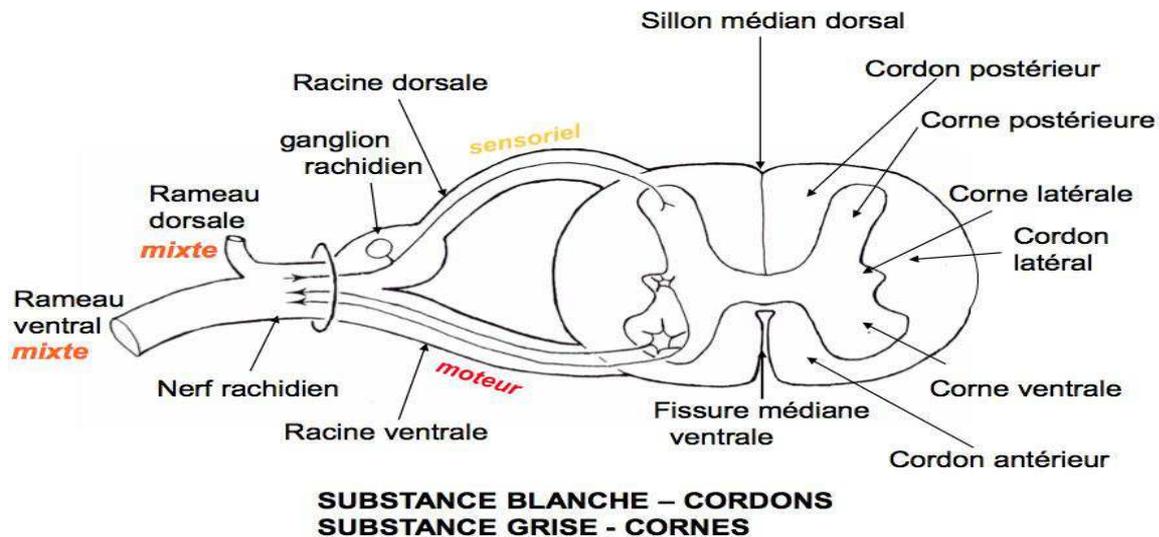


Figure 11 : Moelle épinière, coupe transversale [13].

La substance grise, située autour du canal de l'épendyme est formé par le corps cellulaire des neurones, leurs dendrites et leurs synapses. C'est le centre nerveux de la moelle. Cette substance grise, a la forme d'un papillon, permettant de reconnaître des expansions antérieures appelées **cornes ventrales** qui ont une fonction motrice, et des expansions postérieures appelées **cornes dorsales** qui ont une fonction sensitive. De part et d'autre du canal de l'épendyme, on trouve la commissure grise antérieure et la commissure grise postérieure [4].

La substance blanche est formée par les fibres nerveuses recouvertes de leurs gaines et groupées en faisceaux. Les fibres sensibles montent dans la moelle vers les centres supérieurs. Les fibres motrices descendent vers les motoneurones. La substance blanche est donc une zone de passage.

On distingue dans la substance blanche un certain nombre de territoires appelés : **cordons ventraux, latéraux et dorsaux** [4].

La surface de la moelle épinière est parcourue par des sillons verticaux. Le plus large placé sur la face ventrale est appelée **fissure médiane ventrale**. Sur la face dorsale, il existe un sillon médian dorsal. Enfin latéralement, il existe des sillons collatéraux ventraux et dorsaux qui correspondent à l'émergence des fibres nerveuses qui forment les racines d'un nerf spinal [4].

Les méninges et le liquide cephalo rachidien.

Le névraxe est enveloppé de trois tuniques appelées méninges :

---**la dure-mère** : c'est la plus externe, elle est épaisse et résistante

---**l'arachnoïde** : situé sous la dure mère, est composée de deux membranes entre lesquelles circule le liquide cephalo rachidien (LCR)

--- **la pie mère** : C'est la membrane la plus profonde, elle tapisse intimement le tissu cérébral [5].

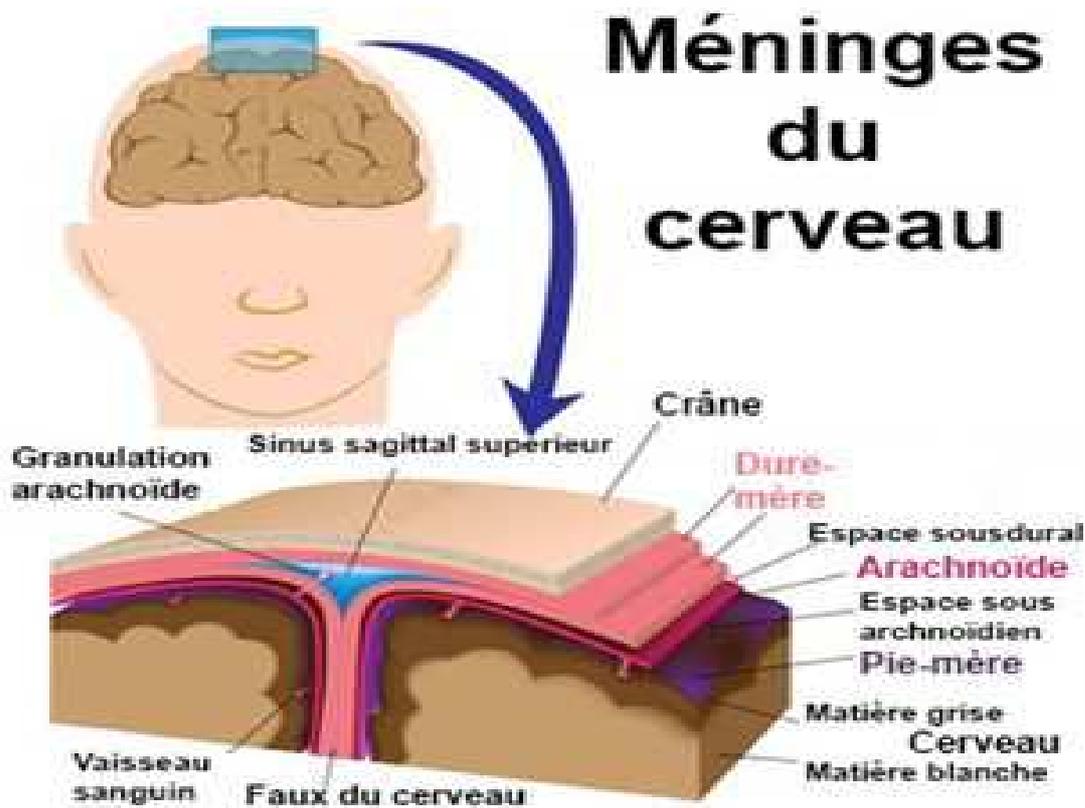


Figure 12: schéma représentatif des méninges [14].

Les deux premières couches sont accolées à l'intérieur des structures osseuses qui enveloppent le système nerveux. La pie mère est accolée à la surface du SNC.

Les méninges ont principalement une fonction de protection des tissus nerveux [9].

Le liquide céphalo rachidien (LCR): il s'agit d'un liquide transparent sécrété par les plexus choroïdes ventriculaires qui circule autour de l'encéphale et de la moelle à travers l'espace sous arachnoïdiens.

Il est composé de :

---cellules (moins de éléments /mm³)

---d'albumine (0,25 à 0,35g/l)

--- de glucose (0 ,45 à 0,55g/l)

--- de chlorure (6 à 7g/l).

Son volume est d'environ 150 ml et est renouvelé trois à quatre fois par jour. Sa résorption s'effectue essentiellement au niveau des villosités arachnoïdiennes. Son rôle est la protection et le soutiens des tissus nerveux [4].

Le système nerveux périphérique :

Il est composé d'un système nerveux somatique et d'un système nerveux autonome (végétatif)

--- **les nerfs rachidiens** ou nerfs périphériques au nombre de 31 paires naissent de la moelle épinière.

Il s'agit de :

--- 8 paires de nerfs cervicaux

--- 12 paires de nerfs thoraciques ou dorsaux

--- 5 paires de nerfs lombaires

--- 5 paires de nerfs sacrés

--- 1 paire de nerfs coccygiens [4].

---**la queue de cheval** est l'ensemble des racines rachidiennes rassemblées sous le cône terminal de la moelle épinière.

---un **plexus** est l'union de plusieurs nerfs rachidiens qui se divisent de nouveau en nerfs périphériques à destination des membres tels que les plexus cervicaux, brachiaux, lombaires et sacrés.

--- les **nerfs crâniens** au nombre de 12 paires, naissent des noyaux du tronc cérébrale [4].

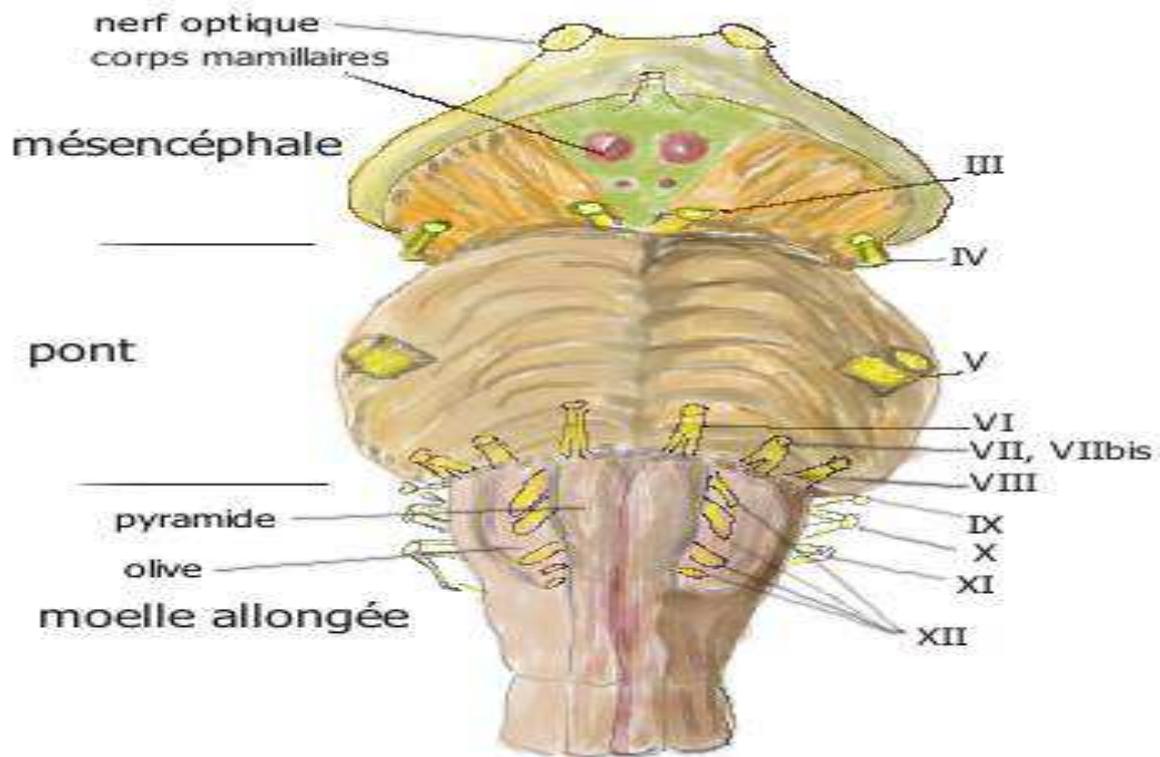


Figure 13 : Vue ventrale du tronc cérébral [5].

Système nerveux autonome ou végétatif

C'est un système indépendant de la volonté qui a pour fonction première d'assurer l'homéostasie et l'innervation des viscères. Son champ d'action concerne les viscères, les glandes exocrines et endocrines.

Au plan moteur, il innerve donc toutes les **fibres musculaires lisses**,

Au plan sensitif, il transmet la sensibilité viscérale qui s'exprime par la sensation d'hyper péristaltisme, la douleur par tension ou réplétion des viscères creux, par compression d'épanchement intra péritonéal ou d'hypertrophie d'un viscère plein.

De nombreuses manifestations cérébro-spinales s'accompagnent de réactions végétatives (effort physique et sudation, traumatisme somatique et nausée ...) [4].

Il est composé de deux systèmes anatomiques aux réactions paraissant antagonistes mais finalement complémentaires **partie sympathique (anciennement orthosympathique) et parasymphatique**.

D'une façon générale, et par référence à leur neurochimie, leurs fonctions réciproques peuvent être expliquées comme suit :

--- la partie sympathique est ergotrope c'est-à-dire qu'elle assure la dépense d'énergie tandis que la partie parasymphatique est trophotrope c'est-à-dire animatrice de fonctions métaboliques, restauratrice d'énergies. Il existe donc entre les deux parties un équilibre variable selon les circonstances physiques ou psychologiques de l'existence. La perturbation grave de cet équilibre est responsable de désordre neuro-végétatifs dans le sens de l'hyper sympathicotonie ou de l'hyper parasymphaticotonie (hyper vagotonie) [4].

Vascularisation du système nerveux central

La vascularisation du système nerveux est assurée par trois troncs artériels qui sont :

---l'**artère carotide interne droite**

--- l'**artère carotide interne gauche**

--- l'**artère basilaire, elle-même formée par l'anastomose de deux artères vertébrales.**

Ils forment un ensemble appelé le trépied artériel du cerveau.

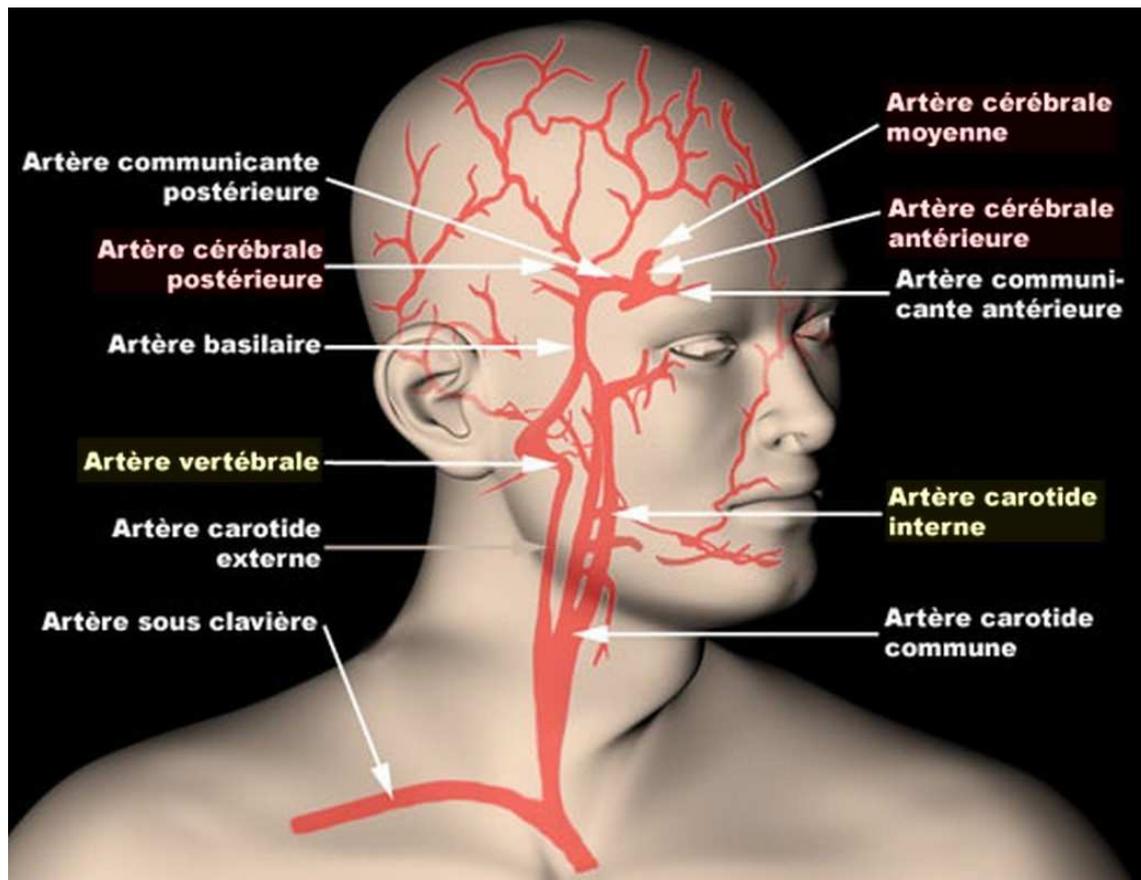


Figure 14: vascularisation du système nerveux centrale [15].

Ces trois artères majeures montent dans le cou, traversent la base du crâne, pénètrent dans la boîte crânienne et donnent leurs branches terminales près de la face inférieure du cerveau.

Les branches terminales des artères carotides internes sont :

- l'artère cérébrale antérieure,
- l'artère cérébrale moyenne ou artère sylvienne
- l'artère communicante postérieure,
- l'artère choroïdienne antérieure.

Les branches terminales de l'artère Basilaire sont les artères cérébrales postérieures.

Contre la face inférieure du cerveau, les artères cérébrales antérieures, moyennes et postérieures réalisent leurs anastomoses controlatérales, un système anastomotique d'assez gros calibre. Ce système est appelé **Polygones de Willis**. Ainsi, des suppléances controlatérales sont possibles, à ce niveau, en cas de déficit circulatoire par athérome progressif des gros troncs [12].

Les tumeurs cérébrales

L'OMS distingue environ 200 types de tumeurs cérébrales, classifiées en fonction des cellules dont elles sont issues [17,18].

Leur description dépasserait le cadre de cette publication.

--- Les tumeurs cérébrales les plus fréquentes sont [17]:

> Les gliomes (58%), principalement: astrocytomes, glioblastomes, oligodendrogliomes, épendymomes.

> Les méningiomes (20%)

> Les adénomes de l'hypophyse (14%)

> Les neurinomes (7%)

> Les médulloblastomes

> Les lymphomes

Les métastases ne sont pas prises en compte dans cette énumération. Elles représentent 30 à 40% de toutes les tumeurs intracrâniennes. [17].

Les gliomes

Ces tumeurs se développent aux dépens des structures de soutien du système nerveux, les cellules gliales. Il existe différents types de cellules gliales à partir desquelles peuvent se développer différents types de gliomes. Les tumeurs astrocytaires se développent à partir de cellules gliales de forme étoilée. Ces tumeurs pouvant dégénérer (transformation bénigne à maligne), un suivi régulier est indispensable [17].

Elles peuvent se développer dans toutes les régions du cerveau ou de la moelle épinière.

> Chez les adultes, on les rencontre le plus souvent dans les lobes cérébraux [17].

Chez les enfants, elles se développent dans le tronc cérébral, les lobes cérébraux et le cervelet. On distingue principalement les tumeurs astrocytaires suivantes [17]:

- > Les astrocytomes pilocytiques : Elles touchent surtout les enfants et les adolescents. Une transformation maligne est extrêmement rare.
- > Les astrocytomes diffus : Elles touchent surtout les jeunes adultes et ont une forte propension à la transformation maligne.
- > Les astrocytomes anaplasiques : Elles touchent surtout les personnes à partir de 50 ans et ont une forte propension à la transformation maligne en glioblastomes.
- > Les glioblastomes : Ces tumeurs malignes sont les plus fréquentes chez l'adulte, principalement entre 45 et 70 ans.
- > Les oligodendrogliomes : sont ainsi nommées car elles se développent à partir des oligodendrocytes, les cellules gliales à l'origine de la formation de la myéline qui isole les fibres des nerfs.
- > Les épendymomes se développent dans les cavités cervicales, à partir des cellules gliales qui tapissent les ventricules cérébraux. Leur malignité est variable. La croissance de la tumeur peut provoquer une obstruction de la circulation du LCR génératrice d'hydrocéphalie (voir encadré) et peut nécessiter une dérivation. Ces tumeurs touchent surtout les enfants et les adolescents. [17].

Les méningiomes

C'est une tumeur extra-axiale généralement bénigne, mais qui peut parfois être maligne développée à partir de cellules du revêtement méningé de l'encéphale et de la moelle épinière au voisinage des voies de drainage veineux. Né à côté, mais en dehors du système nerveux, un méningiome évolue lentement pendant des années, en formant une lésion ferme et plus ou moins globuleuse qui progressivement repousse, comprime et irrite le tissu noble voisin, sans jamais l'envahir. [17,19].

Les méningiomes représentent environ 20 % des tumeurs observées dans le système nerveux central ou à son contact. Les méningiomes surviennent deux fois sur trois dans la deuxième moitié de la vie, un peu plus souvent chez la femme, de plus de 50 ans, que chez l'homme. On observe parfois des méningiomes après un traumatisme, une radiothérapie ou une personne qui aurait fait une méningite étant jeune et qui aurait survécu. Les symptômes cliniques amenant à découvrir ces tumeurs varient avec leur siège. Il n'y a pas d'âge précis pour qu'un

méningiome se manifeste. Il peut se manifester autant chez les jeunes adultes que chez les personnes âgées [17,19].

Les adénomes de l'hypophyse

Ce sont des tumeurs endocriniennes fréquentes.

Ils se manifestent par un syndrome tumoral (compression des structures locales par la tumeur) et par un syndrome endocrinien (par la sécrétion hormonale des cellules constituant l'adénome) [20].

Les neurinomes

Un **neurinome** est une tumeur nerveuse bénigne, développée à partir des cellules de SCHWANN, qui sont à l'origine de la gaine de myéline entourant les axones d'un nerf : on parle aussi de gliome périphérique ou de schwannome.

Des neurinomes peuvent se former sur les nerfs crâniens et rachidiens, mais le neurinome le plus fréquent (5 à 8 % des tumeurs cérébrales) est le « **neurinome de l'acoustique** » [17].

Les médulloblastomes

Un médulloblastome est un type de tumeur primitive neuro-ectodermale qui se trouve à l'arrière de l'encéphale, dans le cervelet. Cette partie de l'encéphale coordonne le mouvement, l'équilibre et la posture, et elle joue un rôle dans certaines des fonctions du cerveau [17].

Les lymphomes

Les lymphomes sont des tumeurs malignes du système lymphatique .leur incidence en France est de 13 cas pour 100000(7^e rang des cancers). Il en existe deux formes principales : le lymphome(ou maladie) de hodgkin, et les lymphomes non hodgkiniens (LNH), les plus fréquents [17,20].

Toutes ces pathologies orphelines d'étiologies sont de forte suspicion de causes électromagnétiques classant ainsi **ce facteur étiologique de niveau 2B selon l'OMS** [21,22].

Il a été montré que les cellules atteintes d'un cancer ne vibrent pas à l'unisson avec le reste du corps. Il semble donc que les origines des cancers soient des éléments extérieurs très forts tels que l'alcool, le tabac, l'exposition aux émetteurs des champs à basses fréquences engrangées par le corps en trop grandes quantités qui feront vibrer un ensemble de cellules sur une nouvelle fréquence et entraîne une auto destruction par réactions en chaînes.

Tableau de classification OMS

<p>Groupe 1 (108) - l'agent (le mélange) est cancérigène pour l'Homme. Les circonstances d'exposition entraînent des expositions qui sont cancérigènes pour l'Homme.</p>
<p>Groupe 2</p> <p>Groupe 2A (63) - l'agent (le mélange) est probablement cancérigène pour l'homme. Les circonstances d'exposition entraînent des expositions qui sont probablement cancérigènes pour l'Homme.</p> <p>Groupe 2B (248) - l'agent (le mélange) est peut être cancérigène pour l'Homme. Les circonstances d'exposition entraînent des expositions qui sont peut être cancérigènes pour l'Homme.</p>
<p>Groupe 3 (515) - l'agent (le mélange ou les circonstances d'exposition) sont inclassables quant à leur cancérigénicité pour l'Homme.</p>
<p>Groupe 4 (1) - l'agent (le mélange ou les circonstances d'exposition) ne sont probablement pas cancérigènes pour l'Homme.</p>

Les critères de classement des agents selon le degré d'indication de cancérigénicité [23]

En ce qui concerne de possibles effets à long terme, il existe une forte convergence entre les différentes évaluations des expertises internationales (organisations, groupes d'experts ou groupes de recherches), qui se maintiennent dans le temps. Une association entre exposition aux champs magnétiques extrêmement basses fréquences et leucémie infantile, à partir d'une exposition résidentielle moyenne de 0,2 à 0,4 μT , a été indiquée avec une certaine cohérence des études épidémiologiques [24].

3. Généralités sur les champs électromagnétiques

Le champ électromagnétique est associé à l'existence simultanée d'un champ électrique et d'un champ magnétique. Dans le contexte de l'électromagnétisme, le terme « champ » désigne un phénomène susceptible de perturber des objets matériels dans un espace qui, théoriquement, peut être infini, mais qui, dans les faits, est évidemment plus restreint. Le concept de champ est général et permet de rendre compte de manière quantitative des forces qui peuvent s'exercer sur certains objets, particules, ions, atomes, molécules, *etc.* À l'action de ces forces est associé un échange d'énergie entre l'objet que l'on considère, par exemple la molécule, et son environnement. Le concept de champ permet donc de rendre compte de l'échange d'énergie et des forces exercées à distance, conduisant à des mouvements induits sur un objet. Les champs sont de manière générale des quantités vectorielles, qui se caractérisent par leur amplitude (l'intensité du champ), leur direction et leur sens.

Un exemple de champ aisé à appréhender est le champ de gravitation terrestre, ou champ de pesanteur, qui traduit l'existence d'une force s'exerçant sur tout objet possédant une masse, dirigée vers le centre de la Terre [25].

Champ électromagnétique

Les champs électromagnétiques sont tout aussi fondamentaux et présents dans la nature que le champ de gravitation. Sur Terre, ces champs sont beaucoup plus intenses que le champ de gravitation car ce sont eux qui assurent la cohésion des atomes entre eux, ce qui permet de constituer des molécules et, de manière générale, la matière, dont celle qui nous compose. Ce sont donc eux qui évitent que chaque molécule dont nous sommes constitués ne tombe sur le sol en raison du champ de pesanteur. Le champ électrique et le champ magnétique, qui sont les deux composantes du champ électromagnétique, sont d'une manière générale intimement liés et permettent par exemple la propagation des ondes électromagnétiques avec lesquelles nous pouvons communiquer à distance. Ils ont néanmoins des propriétés différentes, qui dépendent en particulier de leur fréquence, c'est-à-dire de la cadence à laquelle leur sens change en fonction du temps.

Leur origine commune est la charge électrique.

La matière est largement composée de particules qui possèdent une charge. Cette charge peut être négative, comme celle des électrons, ou positive, comme celle des protons. Par conséquent, les champs électriques et magnétiques sont générés par la matière vivante. **On sait par exemple que les activités cérébrales et cardiaques génèrent des champs magnétiques et/ou électriques que l'on peut détecter avec des appareils de magnétoencéphalographie ou magnéto cardiographie, ou encore en effectuant des électrocardiogrammes [25].**

Champ électrique

Le champ électrique, associé à l'existence d'une charge électrique, exerce son action sur des particules chargées, en mouvement ou non. Un cas particulier de ce champ est le champ électrostatique, considéré pour les fréquences nulles. En toute rigueur, une charge crée un champ électrique en tout point de l'univers. Cependant, ce champ décroît comme l'inverse du carré de la distance r qui sépare la charge qui crée le champ de l'endroit où le champ est mesuré. Il est de plus proportionnel à la charge q qui le crée. **Il est généralement noté E et s'exprime en volts / mètre (V/m) : $E = k q / r^2$ où k est une constante. Ce champ permet de quantifier les forces qui s'exercent sur les charges électriques, appelées forces électriques, ou forces de Coulomb. Les effets des champs électriques peuvent être négligés à grande distance car leur intensité décroît rapidement avec la distance. Concrètement, le champ et la force électriques sont divisés par 100 si on augmente la distance d'un facteur 10 entre les 2 charges q et Q . [25,26].**

Champ magnétique

Le champ magnétique, associé au mouvement des charges électriques, exerce son action sur des particules chargées en mouvement, ou sur des atomes ou des molécules dotées de « magnétisme » du fait de la constitution de leur nuage électronique, il n'existe pas si les charges sont immobiles. Ainsi, si un champ magnétique existe, un champ électrique existe aussi. C'est pourquoi on parle de champ électromagnétique de manière générale. Par définition, le champ magnétique est directement proportionnel au courant électrique i qui circule à un endroit donné, lui-même associé au mouvement de la charge. Comme pour le champ électrique, son intensité décroît comme le carré de la distance r séparant l'endroit où le courant électrique i se déplace de l'endroit où le champ est mesuré.

Le champ magnétique est noté H . Cependant, on utilise souvent la quantité B , appelée induction magnétique ou densité de flux magnétique, pour le quantifier, qui ne diffère du champ H que par une constante de proportionnalité (notée souvent μ). B s'exprime en teslas (T). Pour les mêmes raisons que pour le champ électrique, le champ magnétique décroît rapidement avec la distance et peut généralement être négligé à grande distance. À titre d'exemple, l'intensité du champ magnétique terrestre, créé par les mouvements du noyau métallique liquide des couches profondes de la Terre, est de l'ordre de $50 \mu\text{T}$ en France, dont la plus grande composante est verticale (environ $40 \mu\text{T}$). Ce champ est un champ statique. Cependant, de faibles variations dues à différents phénomènes naturels sont observées en permanence [26].

Quelques phénomènes à l'origine des champs magnétiques sont présentés ci-dessous :

Exemples de représentation des champs magnétiques :

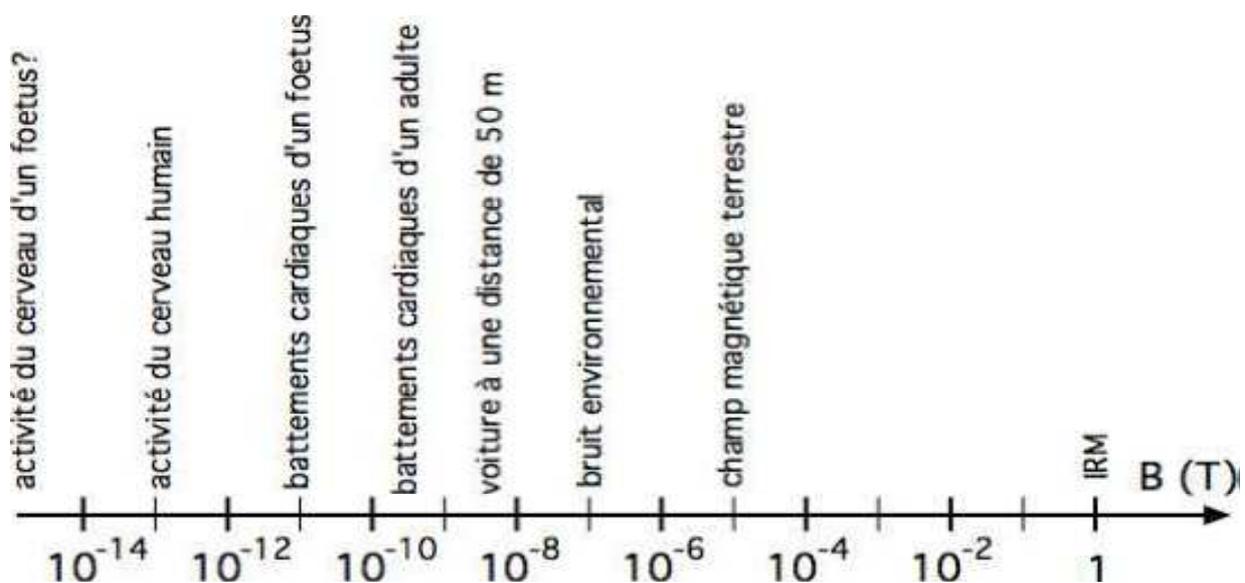


Figure 15 : Champs magnétiques humains [26].

Sources des champs électromagnétiques

Les sources de champs électromagnétiques sont diverses et nombreuses. Elles peuvent être naturelles ou artificielles.

Sources naturelles

Le soleil est la source la plus importante, il produit une onde électromagnétique ayant des fréquences dans l'ensemble du spectre avec un maximum d'intensité dans le domaine visible (dans le jaune puisque le soleil est jaune). L'atmosphère bloque les rayonnements les plus énergétiques (rayons X et γ) dangereux pour la vie, mais aussi, avec l'ionosphère, une partie des rayonnements dans le domaine des ondes radio. Le champ magnétique terrestre nous protège également des effets nocifs du vent solaire grâce à la magnétosphère située à très haute altitude. Cependant, de nombreux phénomènes magnétiques naturels sont perceptibles sur Terre, comme celui spectaculaire des éclairs [26,27].

Sources artificielles

De nos jours il est possible avec des moyens artificiels de créer des champs électriques et magnétiques. La quantité de sources des champs, tout comme leurs fréquences, sont liées au progrès techniques et augmentent avec le temps.

Les diverses sources artificielles sont entre autres [26,27] :

- Les lignes de transport de courant à haute tension
- Les trains
- Les appareils électroménagers
- Les téléphones portables
- Les antennes relais de téléphonies mobiles
- Etc.

Pylônes électriques

Les **lignes à haute tension** sont l'une des principales formes d'infrastructures énergétiques, et le composant principal des grands réseaux de transport d'électricité. Elles transportent l'énergie produite par les centrales électriques aux consommateurs. Ces lignes sont aériennes, souterraines ou sous-marines.

Les lignes à haute tension aériennes, car c'est elles qui font l'objet de notre étude sont composées de câbles conducteurs, généralement en alliage d'aluminium, suspendus à des supports,

pylônes ou poteaux. Ces supports peuvent être faits de bois, d'acier, de béton, d'aluminium ou parfois en matière plastique renforcée.

Aujourd'hui, certaines lignes sont régulièrement exploitées à des tensions supérieures à 765 kV. Les lignes (dites « *HVDC* » pour « High Voltage Direct Current ») à « à courant continu haute tension » permettent de transporter l'énergie avec moins de pertes sur de très grandes distances et éventuellement sous l'eau [29,30].

Tension de fonctionnement

On peut classer les lignes électriques en fonction de leur tension de fonctionnement (prise entre deux des trois conducteurs).

- Basse tension : - moins de 1 000 volts, utilisée pour la connexion vers un immeuble d'habitation ou de petits clients commerciaux et de l'utilitaire.
- Moyenne tension : - entre 1 000 volts (1 kV) et 33 kV, utilisée pour la distribution dans les zones urbaines et rurales.
- Haute tension : - entre 33 kV et 230 kV utilisée pour le transport de grandes quantités d'énergie électrique.
- Très haute tension : - plus de 230 kV à 800 kV utilisée pour de longues distances, de très grandes quantités d'énergie électrique.
- Ultra haute tension : - supérieure à 800 kV.

Pour les lignes aériennes, des pylônes, généralement réalisés en treillis d'acier supportent et maintiennent les conducteurs à une distance suffisante du sol et des obstacles : ceci permet de garantir la sécurité et l'isolement par rapport à la terre, les câbles étant nus (non isolés) pour en limiter le poids et le coût. L'inconvénient est leur exposition aux intempéries (embruns salés, tempêtes, poids de la glace qui peut les endommager) [31].

Champs électromagnétiques induits par ces lignes hautes tension et les centres de transformations

Le réseau de transport (haute tension) et de distribution (moyenne tension) de l'électricité génère dans le voisinage immédiat des installations (lignes, câbles, postes de transformation) des champs électriques et magnétiques à la fréquence de 50 Hz qui est appelé champs extrêmement basse fréquence. Le champ électrique créé par les lignes à haute tension est d'autant plus élevé que la tension est importante. Pour une ligne très haute tension de 400 kV, le champ électrique produit est de 5 kV/m au niveau du sol et décroît rapidement avec la distance par rapport à la ligne, de sorte qu'à 30 m celui-ci est de l'ordre de 2 kV/m et devient très faible (quelques volts par mètre) à partir de 100 m (voir Tableau ci dessous). Pour le champ magnétique, celui-ci est proportionnel au courant transporté dans les lignes et subit d'importantes variations quotidiennes et saisonnières. En général, le courant transporté par les lignes croît avec la tension. Comme pour le champ électrique, le champ magnétique décroît avec la distance. Pour une ligne haute tension les valeurs typiques enregistrées varient approximativement de 30 μT au niveau de la ligne, 12 μT à 30 m et tombent à 1 μT à 100 m. Les valeurs typiques mesurées au niveau des lignes moyennes et basses tension sont largement inférieures [31].

Tableau I : Exemple de champs électrique et magnétique calculés à 50 Hz pour des lignes électriques aériennes [RTE et EDF, 2006]

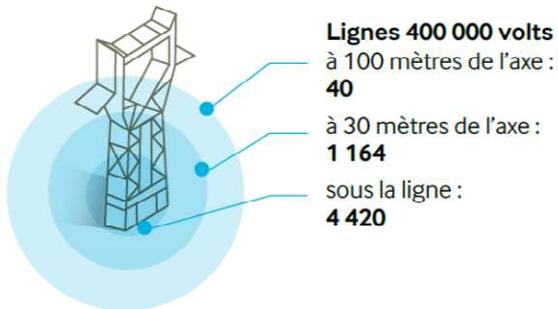
	Champ électrique (en V/m)	Champ magnétique (en μ T)
Ligne à 400 kV		
<i>sous la ligne</i>	5 000	30
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	2 000	12
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	200	1,2
Ligne à 225 kV		
<i>sous la ligne</i>	3 000	20
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	400	3
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	40	0,3
Ligne à 90 kV		
<i>sous la ligne</i>	1 000	10
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	100	1
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	10	0,1
Ligne à 20 kV		
<i>sous la ligne</i>	250	6
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	10	0,2
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	négligeable	négligeable

	Champ électrique (en V/m)	Champ magnétique (en μ T)
Ligne à 230 V		
<i>sous la ligne</i>	9	0,4
<i>à 30 mètres de l'axe</i>	0,3	négligeable
<i>à 100 mètres de l'axe</i>	négligeable	négligeable

Source : [30, 32].

**Exemples de champs électriques et magnétiques
50 Hz pour les lignes électriques aériennes**

Champs électriques (en V/m)



Champs magnétiques (en μT)

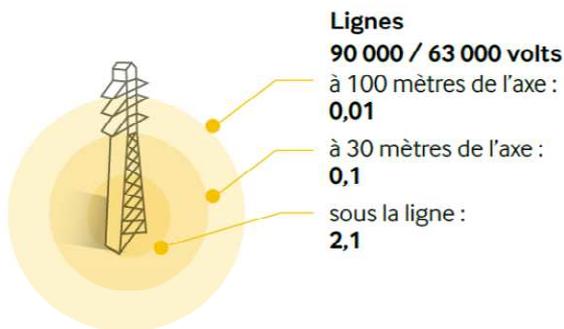
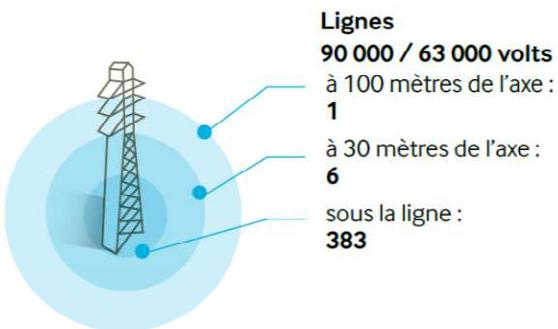
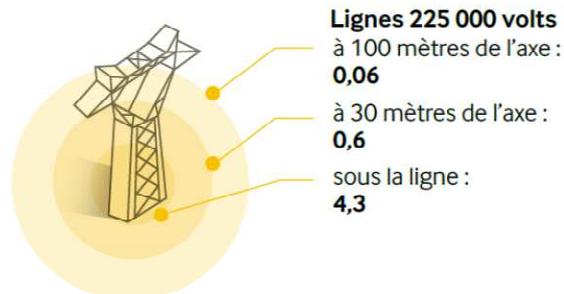
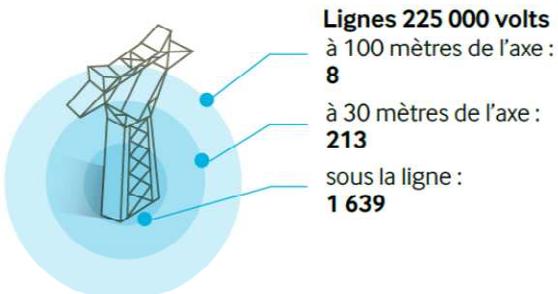
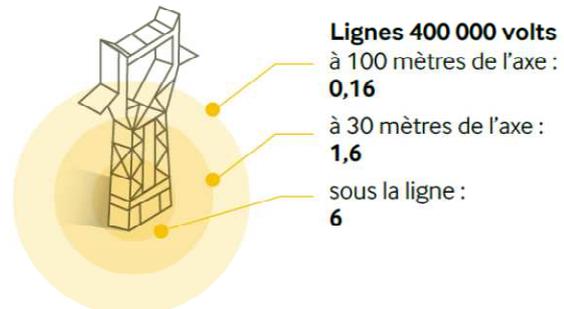


Figure 16 : Variation de l'intensité des champs en fonction de la distance [32].

Effets électromagnétiques sur le corps humain

Le spectre électromagnétique organise le rayonnement électromagnétique en fonction de sa fréquence et de son effet sur le corps humain, et regroupe ainsi deux grandes catégories :

→ Les fréquences ionisantes ;

→ Les fréquences non ionisantes.

Le rayonnement électromagnétique de basse fréquence, c'est-à-dire dont l'intensité est inférieure à 300 gigahertz (GHz), est appelé non ionisant parce qu'il n'a pas la propriété de briser les liaisons chimiques dans les tissus organiques et d'endommager l'ADN, principal constituant du matériel génétique du corps humain. Il induit tout de même un courant électrique capable de hausser la température corporelle, créant ainsi « l'effet thermique ».

Par exemple, le rayonnement électromagnétique de radiofréquences (RF) d'une intensité de 30 kilohertz (kHz) à 300 GHz induit un courant électrique dont les effets peuvent aller du réchauffement des tissus au choc électrique, selon l'amplitude et la gamme de fréquences. Les champs RF sont surtout utilisés pour les télécommunications, notamment pour les téléphones mobiles et les électroménagers comme les fours à micro-ondes, le rayonnement électromagnétique de micro-ondes représente un sous-ensemble des champs RF. Il est important de mentionner que certains scientifiques ont découvert qu'une exposition de longue durée au rayonnement électromagnétique de RF de faible intensité peut entraîner des changements chimiques et biologiques dans les cellules susceptibles de nuire au mieux-être des personnes. Ces transformations cellulaires, qui ne mettent pas en cause la chaleur, sont désignées par les scientifiques comme des effets « non thermiques » du rayonnement électromagnétique de RF et de micro-ondes. De même, le rayonnement électromagnétique de très basse fréquence, ou mégahertz (ELF), soit de moins de 100 kHz, peut aussi induire des courants électriques dans le corps humain, mais à une intensité moindre que ceux qui surviennent naturellement dans le corps; ils ne sont donc associés à aucun effet thermique. Cependant, le rayonnement électromagnétique ELF de grande intensité peut produire une stimulation nerveuse et musculaire.

Ce rayonnement émane des lignes électriques, du filage électrique des bâtiments et de certains appareils électriques. Enfin, le rayonnement électromagnétique à ondes courtes et de très haute fréquence (EHF) produit assez d'énergie pour entraîner une ionisation, c'est-à-dire rompre des liaisons chimiques dans les tissus biologiques et endommager l'ADN. La ligne de démarcation entre le rayonnement ionisant et le rayonnement non ionisant est la fréquence de

la lumière visible, qui se situe entre 430 et 750 térahertz (THz). Au delà de 750 THz, le rayonnement électromagnétique peut rompre des liaisons chimiques dans les tissus biologiques. La fréquence du rayonnement ionisant va de 756 THz à 4,61 exahertz (EHz).

Parmi les sources de rayonnement électromagnétique ionisant, il y a entre autres la lumière ultraviolette, les rayons X et les rayons gamma. Une exposition excessive à ces sources peut être très nocive pour la santé et causer notamment le cancer [33].

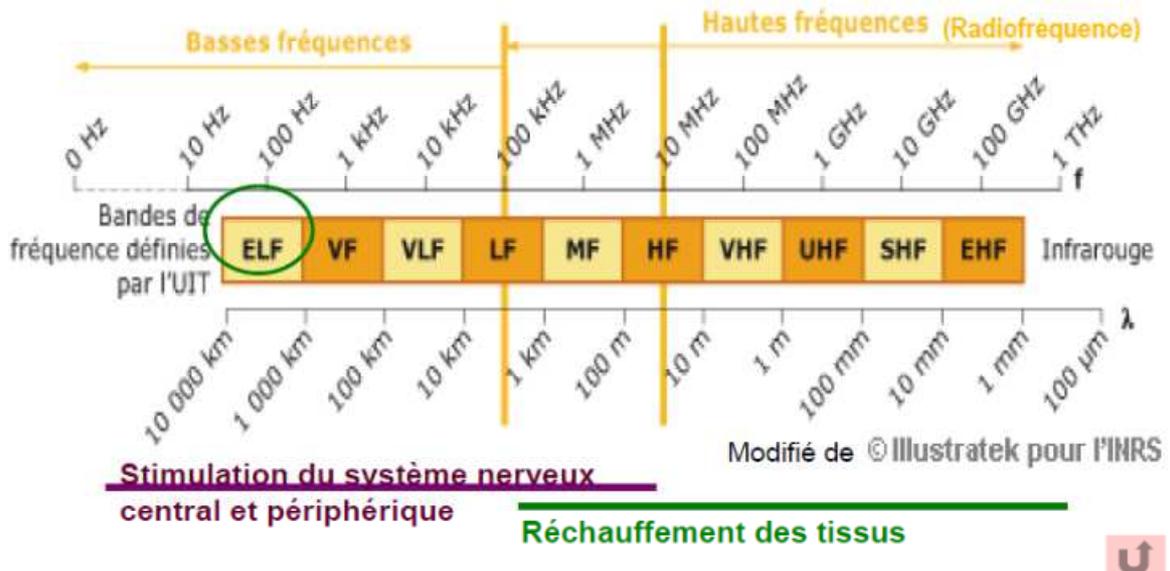


Figure 17 : Gamme de fréquences et impact sanitaire [33].

Tableau II : Utilisations des ondes dans leurs domaines

Onde électromagnétique	Fréquence	Longueur d'onde	Application
Rayons X	>3000 THz	<100 nm	Imagerie médicale Radiographie
Rayons UV	750 à 3000 THz	400 nm à 100 nm	Banc solaire
Lumière visible	385 THz à 750 THz	780 à 400 nm	Vision humaine, photosynthèse
Infrarouges	0,3 THz à 385 THz	1 mm à 780 nm	Chauffage
Fréquences extrêmement hautes (EHF)	30 GHz à 300 GHz	0.01 m à 1 mm	Radars, communication par satellite
Fréquences super hautes (SHF)	3 à 30 GHz	0.1 m à 0.01 m	Radars, alarmes anti-intrusion
Fréquences ultrahautes (UHF)	0.3 à 3 GHz	1 à 0.1 m	Télévision, radars, téléphones mobiles, fours à micro-ondes, hyperthermie médicale
Très hautes fréquences (VHF)	30 à 300 MHz	10 à 1 m	Télévision, radio FM
Hautes fréquences (HF)	3 à 30 MHz	100 à 10 m	Soudage, collage
Fréquences moyennes (MF)	0.3 à 3 MHz	1 km à 100 m	Radiodiffusion MO-PO, diathermie médicale
Basses fréquences (LF)	30 à 300 KHz	10 à 1 km	Radiodiffusion GO, fours à induction
Très basses fréquences (VLF)	3 à 30 kHz	100 Km à 10 km	Radiocommunications
Fréquences audio (VF)	0.3 à 3 kHz	1000 Km à 100 km	Transmission de données vocales, métallurgie, chauffage par induction
Extrêmement basses fréquences (EBF-ELF)	3 Hz à 300 Hz	100 000 à 1000 km	Transport et distribution de l'électricité, électroménager
	50 Hz	6000 Km	
Champ magnétique terrestre	0 Hz (continu)	Infinie	Boussole

Source: Duchêne, A., & Jousset-Dubien, J. (2001). Applications des rayonnements non ionisants

Source : [26].

Antenne relais

Description : Une antenne-relais est un émetteur d'onde radioélectrique. Il en existe trois sortes principales : celles pour la télévision, celles pour la radio communication, ainsi que celles de téléphonie mobile, majoritaires, et dont le nombre est en constante progression.

On distingue principalement 4 catégories d'antenne :

- Les antennes femtocell : couverture résidentielle (une dizaine de mètres)
- Les antennes pico cellulaires : couverture de proximité (quelques dizaines de mètres)
- Les antennes micro cellulaires : couverture réseau de quelques centaines de mètres (carrefour, centre commercial).
- Les stations macro cellulaires : les plus visibles ; on les trouve généralement placées sur des supports de 12 à 50 mètres de hauteur, tels que des pylônes, les bâtiments, les toits d'immeubles.

On retrouve généralement 3 parties : l'antenne, l'armoire technique (BTS ou Node B) et le coffret d'alimentation électrique. Une puissance électrique maximum de 10 à 40 W est appliquée aux antennes.

En milieu rural, ou reculé ces antennes émettent pour couvrir des étendues de 10 à 30 kilomètres (la surface couverte étant plus grande chaque utilisateur dispose de moins de fréquences), alors qu'en milieu urbain plus densément habité, la zone de couverture est limitée à environ 500 m, la puissance est répartie sur les bandes de fréquences dont dispose chaque opérateur [34].

Les antennes sont des équipements permettant la réception et la diffusion d'ondes électromagnétiques induisant ainsi les champs de même nom.

Variation des champs par rapport à la distance.

Le champ électromagnétique induit par les antennes relais tout comme toutes autres sources émettant ce type de rayonnement obéit à la loi selon laquelle le champ diminue proportionnellement à la distance parcourue mais que la distance minimale définissant la zone de sécurité est fonction du type d'appareillage et d'antennes utilisées et de la zone d'implantation de ces antennes [34].

Le champ électromagnétique généré par les antennes relais pour l'exposition des habitations étant pris en compte à des distances de l'antenne supérieures à plusieurs fois la longueur d'onde il s'agit de champ lointain ou zone **de diffraction de Fraunhofer** selon la dénomination scientifique.

En champ lointain, les champs électriques (E) et magnétiques (H) sont liés définissant ainsi les champs électromagnétique et décroissent linéairement, la connaissance du seul champ électrique permet de calculer une densité surfacique de puissance.

Les champs électriques et magnétiques décroissent en inverse de la distance parcourue $1/d$ et la densité de puissance P en $1/d^2$ en champ lointain **en watts, d en mètres, E en volts par mètre (V/m) [35].**

Normes OMS de l'exposition aux champs électromagnétiques

Les normes font partie de notre environnement quotidien mais la plupart des gens ne se rendent pas compte qu'elles existent. Tous les ustensiles et autres produits que nous utilisons sont établis à base de normes afin que leur utilisations soient sûres et certaines donc sécurisées.

Pour le rayonnement de l'électromagnétisme l'OMS se base sur un organisme indépendant l'ICNIRP (la Commission internationale de protection contre les rayonnements non-ionisants.) pour établir les normes qui font dès leurs approbations office de lois et qui se base sur trois aspects :

Normes :

- d'émissions,
- d'exposition,
- de conformité.

Normes d'émissions : Elles fixent les limites des signaux radio SIGE par les émetteurs et autres appareils. L'objectif des normes d'émissions est de réguler le niveau des émissions d'un appareil afin de minimiser les possibilités d'interférences avec les outils des autres structures ou appareils et/ou équipements météo, militaire ou tous autres équipements à proximité des installations. Les normes d'émissions entrent souvent dans le cadre des normes de compatibilités électromagnétiques

Normes d'exposition : fixent le niveau d'énergie, de radiofréquence. Elles ont pour objectifs d'établir un niveau maximal d'énergie et de radiofréquence aussi appelé débit d'absorption spécifique DAS et s'exprime en watt par kilogramme (W/kg).

Normes de conformité : décrivent les procédures utilisées pour s'assurer que les outils utilisés sont conformes aux différents critères et cahiers de charges mis en place pour leur utilisation future.

DAS(Français) =SAR(Anglais) Specific Absorption Rate= débit d'absorption spécifique.

La mesure de cette entité est utile pour le contrôle de la conformité des téléphones portables, des talkies walkies et pour vérifier l'exposition à proximité d'antenne relais et tous autres sources électromagnétiques. Le DAS s'exprime en W/Kg et selon l'ICNIRP sa valeur pour toutes les sources doit être inférieure à 0,08 W/Kg [38].

D'une manière générale, les normes appliquées par l'OMS proviennent pour la majorité du guide provisoire pour l'établissement des limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques aux fréquences de 50/60 Hertz publié par l'ICNIRP, la commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants. L'ICNIRP est une organisation scientifique internationale indépendante qui fournit des conseils sur les risques sanitaires de l'exposition de la radiation non ionisante, elle est reconnue par l'OMS, OIT et CUE. Les anciennes valeurs émises par cet organisme étaient de 5000V/m et celle des champs magnétiques était de 1000 milli gauss ces valeurs ne prenaient pas en compte une exposition prolongée et des études récentes ont montrées qu'avec des doses de 500 fois plus faibles c'est-à-dire 2 milli gauss ou 50V/m il existait déjà un risque sanitaire [37,39].

Cependant il est à noter qu'il existe des personnes dites hypersensibles aux CEM ou électrosensibles qui même en dessous de ces valeurs pourtant très basses déclarent souffrir. Ces souffrances se manifestent pour la plus part par des céphalées, vertiges, nausées, dépression, trouble du sommeil, douleurs diverses, sensations de fourmillement etc.

Les multiples unités de mesures des champs électromagnétiques

Une onde électromagnétique, c'est un rayonnement d'énergie lumineuse, visible ou non, composée à la fois d'un champ magnétique (mesuré en Ampère par mètre, A/m) et d'un champ électrique (Volt par mètre, V/m). La densité de puissance de cette force électromagnétique se mesure elle en Watt par m² (W/m²), ainsi souvent qu'en microwatt par cm² (mW/cm²).

Cela correspond à la quantité d'énergie que reçoit une surface.

Cette onde se déplace à la vitesse de la lumière en serpentant. On parle d'oscillations. Le nombre d'oscillations, c'est à dire de mouvement de va-et-vient de l'onde en une seconde, détermine sa fréquence, notée elle en Hertz (Hz). 1 hertz, c'est une fois par seconde. 1 kilohertz, 1 000 va-et-viens par seconde, etc. Les Mégahertz (MHz) et Gigahertz (GHz) sont celles par exemple utilisés par le GSM (900 MHz), l'UMTS (2,1 GHz) ou le Wifi (2,4 GHz). Elles représentent des millions (MHz) ou des milliards (GHz) d'oscillations à la seconde.

Plus la fréquence est élevée, plus l'énergie transportée par l'onde se révèle importante. Cette quantité d'énergie est formulée en Electron. Volt (E.V.). L'unité de base décrivant l'énergie véhiculée par un photon, la particule de lumière. Qu'il s'agisse d'un rayonnement infrarouge, micro-ondes, rayons x ou rayons gamma, pour ne citer que certaines portions de l'ensemble du spectre électromagnétique qui regroupe toutes les fréquences possibles, de la plus faible à la plus élevée. [40].

Les normes et règlements actuellement en vigueur ne mesurent que la composante électrique des champs électromagnétiques. C'est pourquoi les valeurs en V/m fleurissent, citées à tout moment plus que les autres valeurs unitaires.

4. Méthodologie

4.1. Cadre d'étude

Notre étude a été réalisée dans le district de Bamako, plus précisément dans la commune V qui couvre une superficie de 41 km² cette commune est limitée au nord par le fleuve Niger, au sud par la zone aéroportuaire et la commune de Kalaban-Coro, à l'est par la Commune VI et le Niger. Elle est composée de huit quartiers Badalabougou, Sema I, Quartier Mali, Torokorobougou, Bacodjicoroni, Sabalibougou, Daoudabougou et Kalaban-Coura et compte 249 727 habitants mais notre étude s'est plus précisément réalisée sur les quartier de bacodjicoroni ACI, fleuve.

4.2. Le type, le lieu, la période et la population d'étude

Il s'agit d'une étude exhaustive réalisée dans le district de Bamako plus précisément dans la commune V. Elle s'est étendue sur une **période de dix mois (10) mois allant d'avril 2013 à février 2014**

La population d'étude à été majoritairement constituée des populations ayant au sein de leur concession, lieu de travail et autre une installation à type d'antenne relais dans la zone d'étude ou des populations résidants à moins de 300m de ces pylônes.

4.3. Collecte de données :

Elle est faite sur une fiche d'enquête remplie au cours de l'interview et/ou de la lecture dudit document et après explications des différentes questions tant en français qu'en bambara avec l'aide d'un interprète étudiant en 6^e année de médecine à la faculté de médecine et d'odontostomatologie du point G.

4.4. Critères de sélection

Critères d'inclusions : était inclus dans notre étude toutes personnes résidantes au sein et à proximité des lieux d'implantations des antennes relais.

Critères de non inclusions : toutes personnes ne résidant pas à proximité des lieux d'implantation des pylônes téléphoniques (toutes personnes ne remplissant pas les critères d'inclusions cités dessus).

4.5. Taille des échantillons

Elle était composée de toutes les populations adultes, mixtes qui avaient au sein de leur concession ou aux alentours de celle-ci une implantation de pylônes à type d'antenne relais et nous avons interrogé et répertorié les 499 copies dont toutes les questions ont été répondues.

4.6. Déroulement de l'enquête

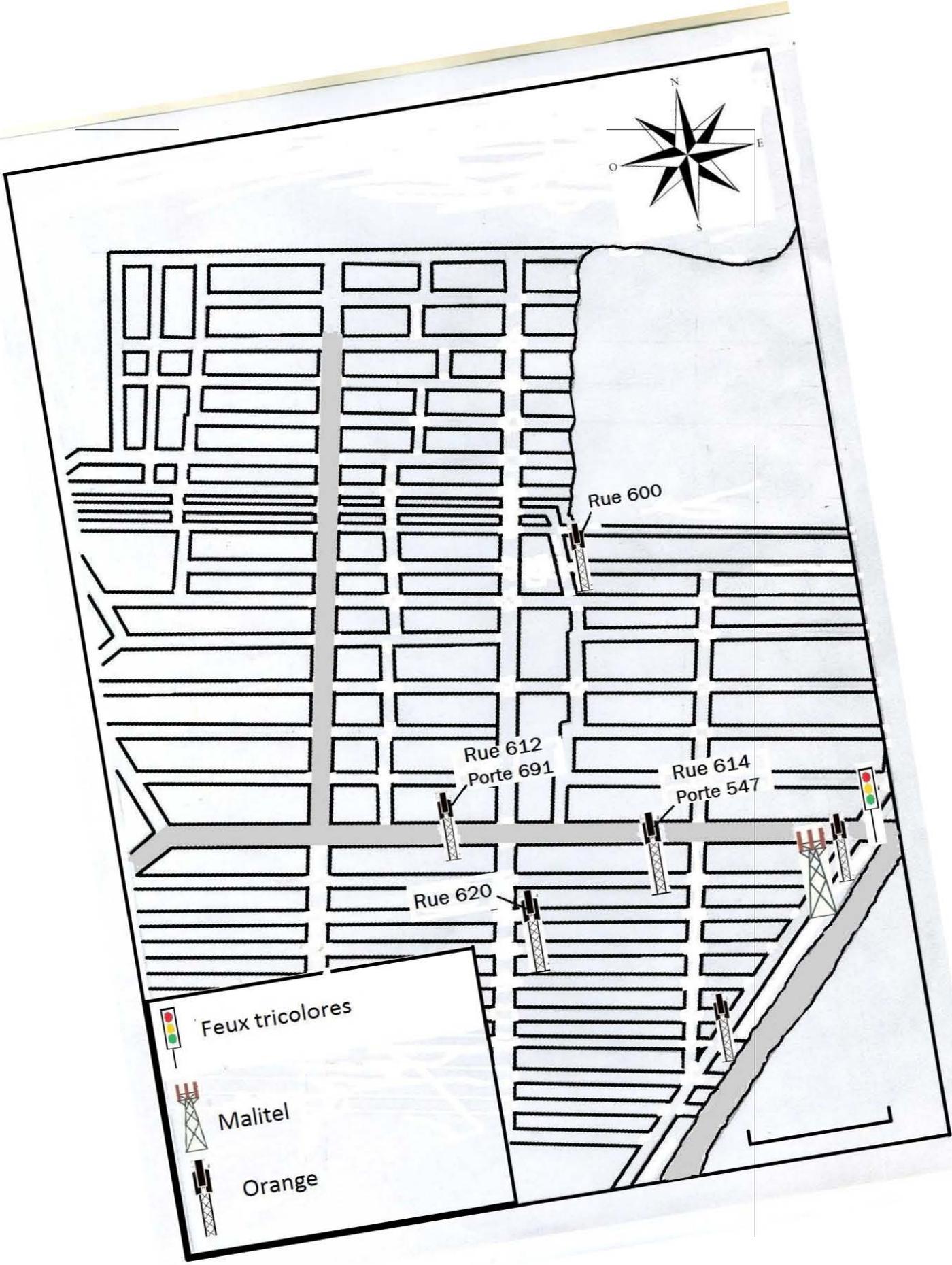
La première étape a été de repérer et d'identifier les zones d'implantations des antennes relais avec exactitude puis la deuxième étape a été de demander l'autorisation aux propriétaires et aux occupants des habitations d'observer, photographier les antennes en prenant si possible toutes les caractéristiques de ces installations, la troisième étape a consistée à leur expliquer le but de notre étude et enfin l'interview basé sur notre questionnaire.

4.7. Plan d'analyse et traitement des données

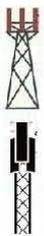
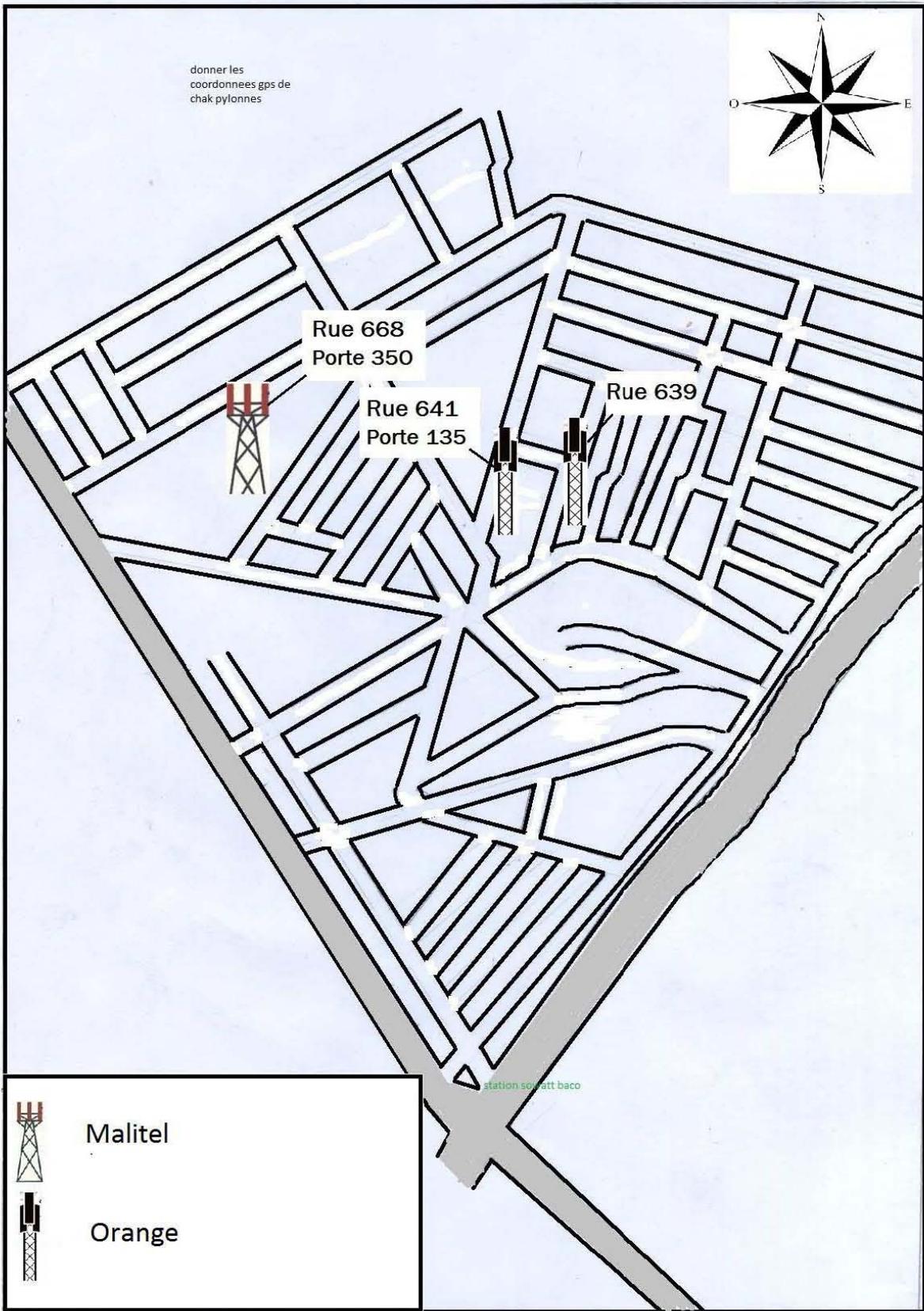
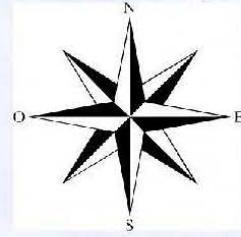
Les données collectées sur les fiches d'enquêtes ont été analysées à l'aide du logiciel **EPI infos version 3.5.3**. La saisie a été faite à l'aide du logiciel Microsoft Windows XP professionnel 2010. Les graphiques ont été réalisés à partir des logiciels Microsoft Excel.

4.8. Considération éthique

Nous avons obtenu le consentement de façon orale après leur avoir expliqué les objectifs de l'étude. La confidentialité des données personnelles des participants est garantie.



donner les
coordonnees gps de
chak pylonne



Malitel



Orange

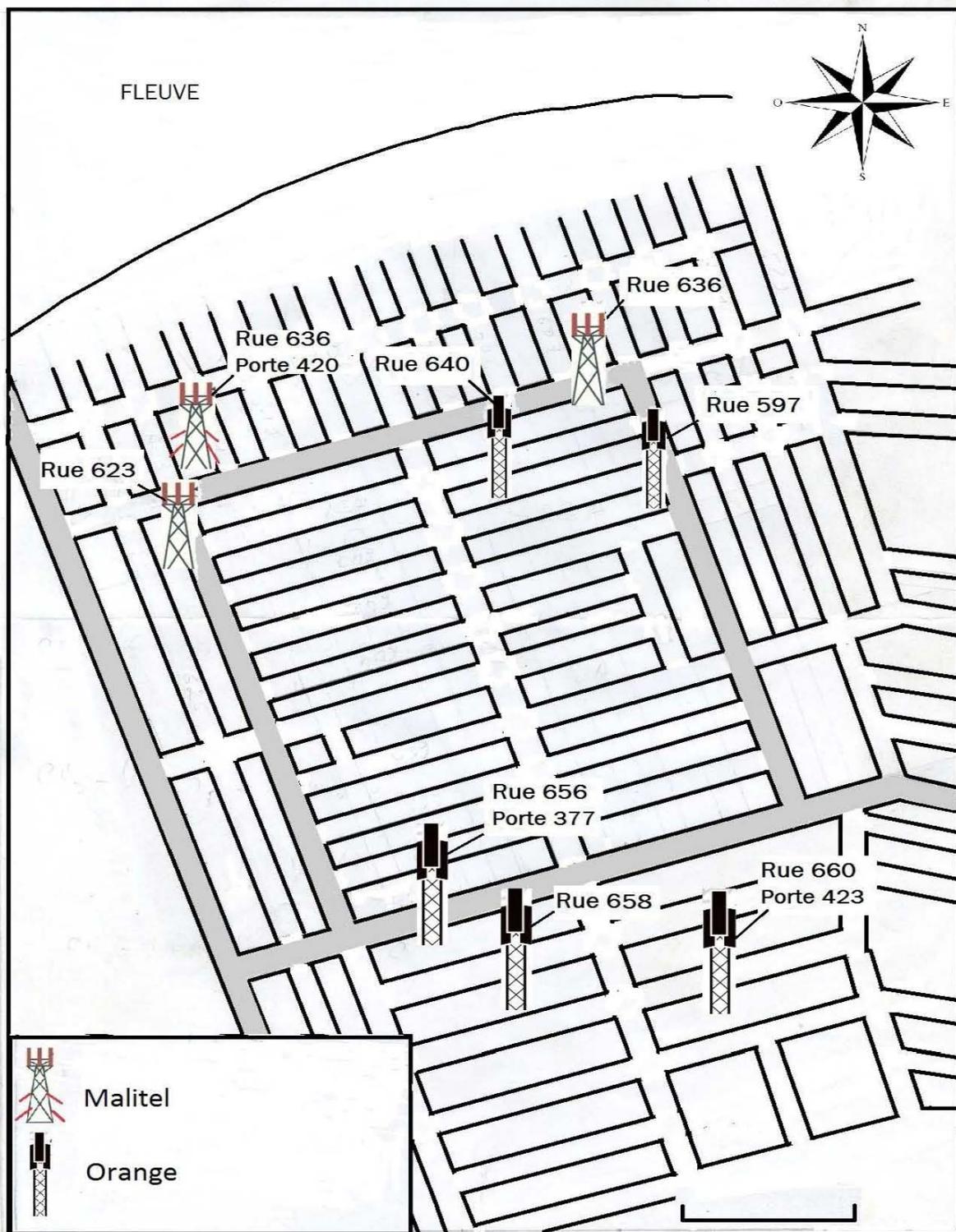


Figure 18 : Implantation des pylônes à Bacodjicoroni et Golf

Site d'étude des habitations se trouvant aux alentours des installations de téléphonies mobiles à moins de 300 mètres.

5. Résultats

Tableau III : Représentation selon la tranche d'âge

Tranches d'âge	Fréquence	Pourcentage
13-30	381	76,4%
31-50	104	20,8%
51-73	14	2,8%
Total	499	100,0%

Les sujets impliqués dans notre échantillon ont un âge compris entre 11 ans et 73 ans

La tranche d'âge la plus représentative de notre échantillon est celle de 11-30 avec un pourcentage de 76,4% et celle de 51-73 avec un pourcentage de 2,8%.

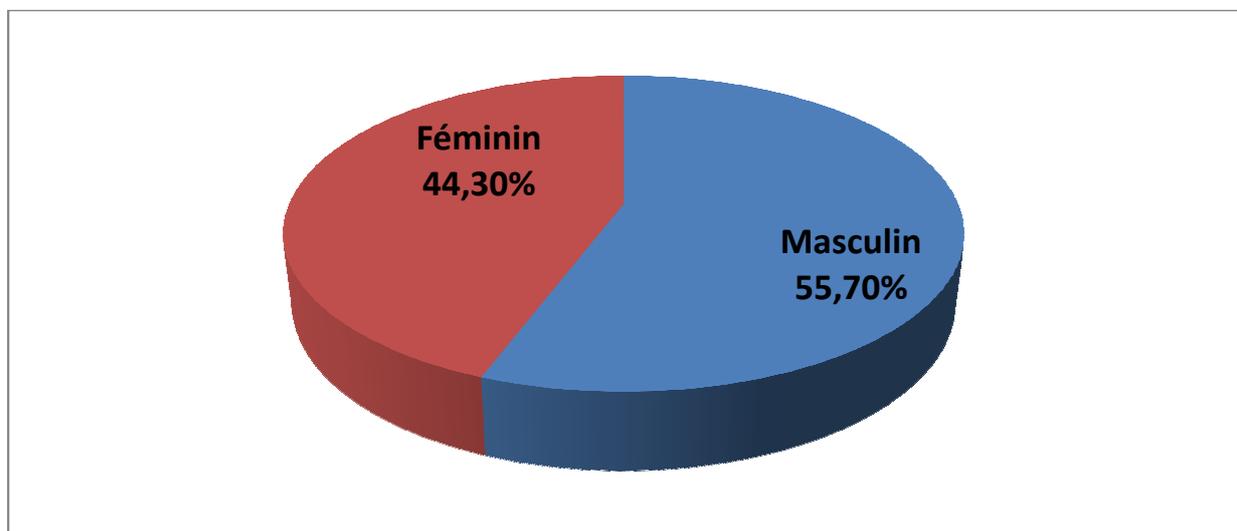


Figure 19 : Répartition en fonction du sexe.

Le sexe le plus représenté est le sexe masculin avec 55,6%.

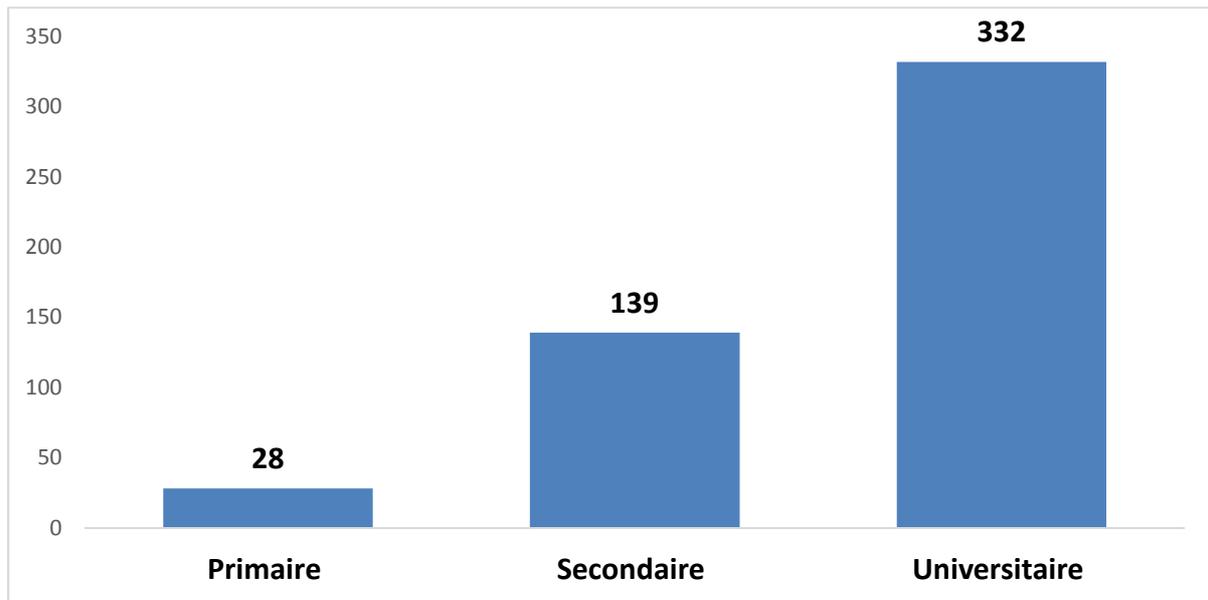


Figure 20 : Répartitions en fonction du niveau d'étude.

On observe que 66,5% des effectifs de l'échantillon ont un niveau d'étude de niveau 3 équivalent au niveau universitaire.

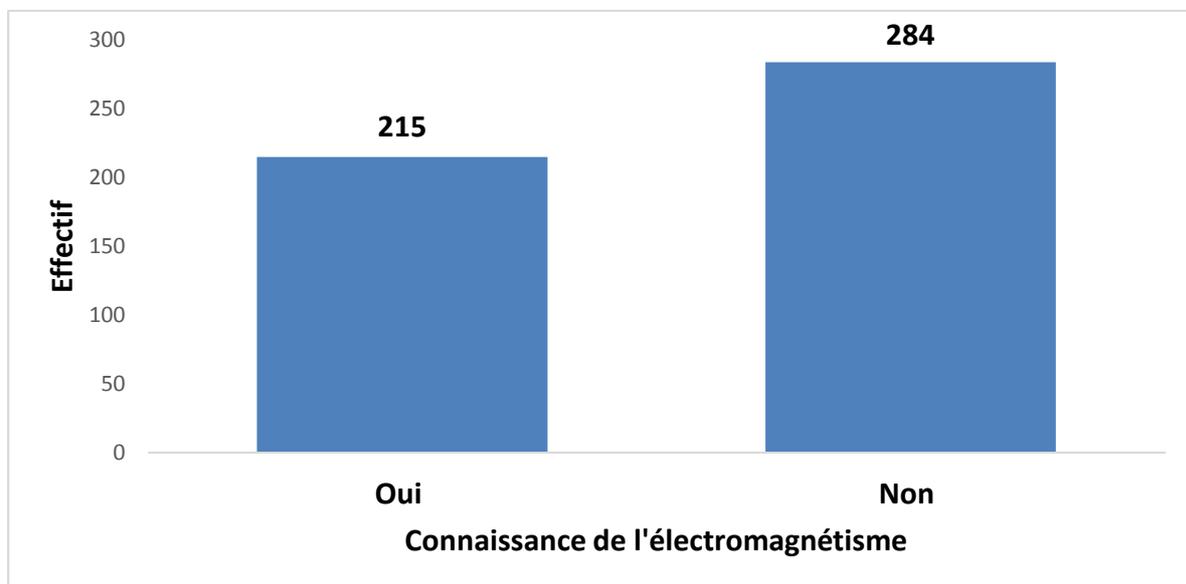


Figure 21 : Connaissance de la notion d'électromagnétisme par les sujets de notre échantillon.

56,9% disent n'avoir aucune notion de ce qu'est l'électromagnétisme.

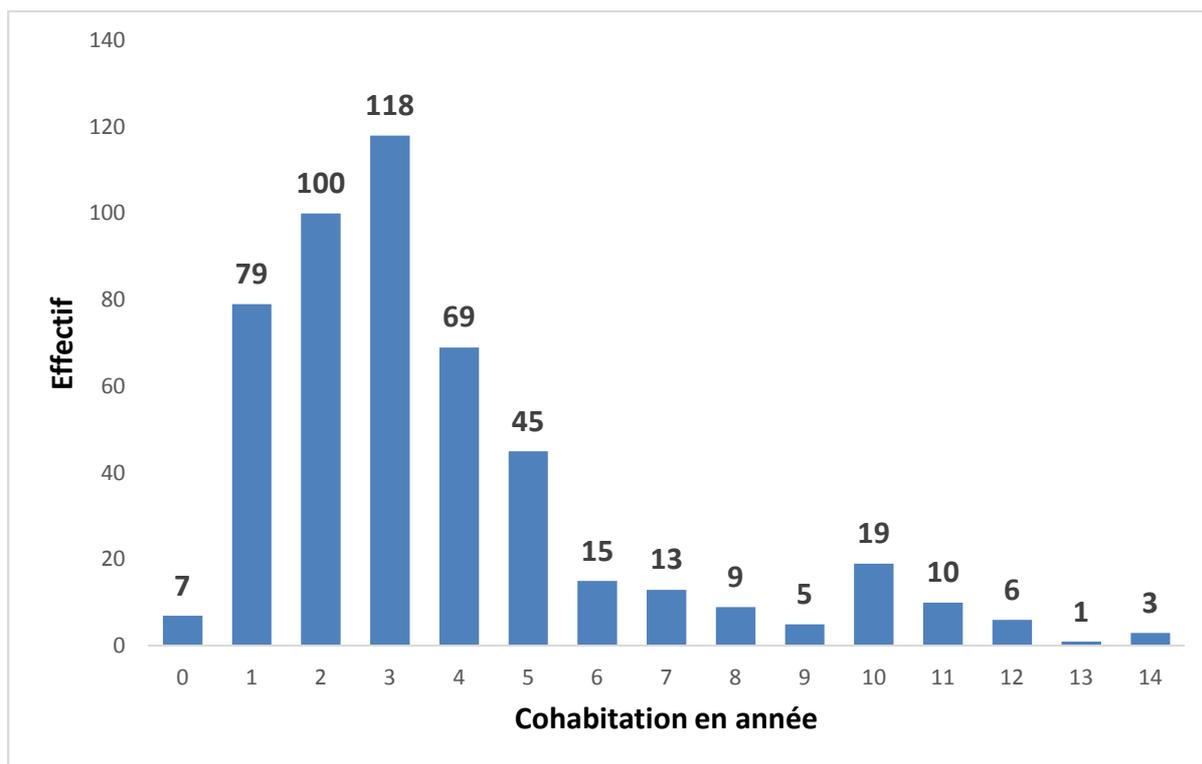


Figure 22 : Durée de la cohabitation avec les pylônes des sujets de notre échantillon.

23,6% des sujets disent avoir cohabités avec ces pylônes au moins pendant 3 ans. Par contre 0,6% seulement disent avoir eu à cohabiter avec ces pylônes pendant au moins 14 ans.

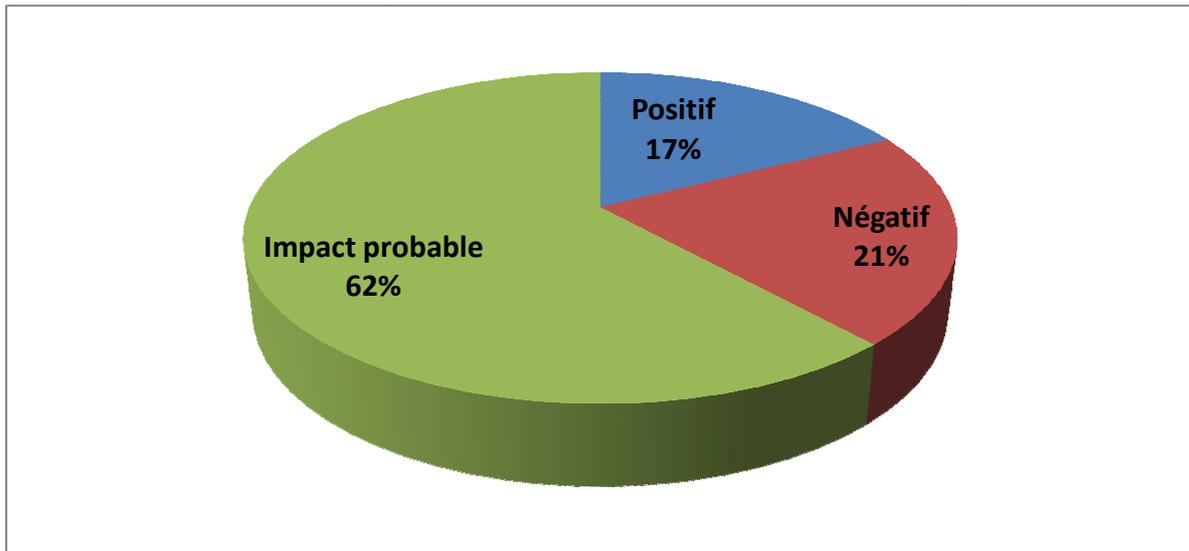


Figure 23 : Connaissances de l'impact probable de ces pylônes sur la santé.

61,7% disent savoir qu'il existe probablement un impact sur leur santé par rapport à l'installation des pylônes dans leur environnement. Cependant 20,8% disent ignorer totalement un quelconque impact sur leur santé.

Tableau IV : Fréquences de la survenue des céphalées chez des sujets impliqués dans notre échantillon.

Céphalées	Fréquence	Pourcentage
Oui	356	71,3%
Non	143	28,7%
Total	499	100,0%

71,3% des personnes interrogées disent avoir constaté une augmentation de la survenue des épisodes de céphalées depuis qu'ils vivent dans cet environnement.

Tableau V: Fréquences de la survenue d'asthénie chez les sujets interrogés.

Asthénie	Fréquence	Pourcentage
Oui	9	1,8%
Non	490	98,2%
Total	499	100,0%

98,2% disent n'avoir pas eut d'asthénies depuis qu'ils vivent dans cet environnement.

Tableau VI : Fréquences de la survenue de stress dans l'échantillon.

Stress	Fréquence	Pourcentage
Oui	34	6,8%
Non	465	93,2%
Total	499	100,0%

93,2% des sujets interrogés disent n'avoir pas vécu des situations de stress.

Tableau VII : Fréquences de la survenue d'épisodes d'insomnie chez les sujets de l'échantillon

Insomnie	Fréquence	Pourcentage
Oui	48	9,6%
Non	451	90,4%
Total	499	100,0%

90,4% des sujets interrogés disent n'avoir pas vécus d'épisodes d'insomnie.

Tableau VIII : Fréquences de la survenue des phénomènes d'acouphène.

Acouphènes	Fréquence	Pourcentage
Oui	93	18,6%
Non	406	81,4%
Total	499	100,0%

81,4% des sujets interrogés disent n'avoir pas observé à leur niveau des phénomènes d'acouphènes.

Tableau IX : Fréquences de la survenue des phénomènes de phosphènes

Phosphènes	Fréquence	Pourcentage
Oui	8	1,6%
Non	491	98,4%
Total	499	100,0%

98,4% des personnes interrogées disent n'avoir pas vécu ce phénomène.

Tableau X : Fréquences de survenue de la sensation de nervosité

Nervosité	Fréquence	Pourcentage
Oui	9	1,8%
Non	490	98,2%
Total	499	100,0%

98,2% disent n'avoir pas vécu de ce phénomène.

Tableau XI : Fréquences de la survenue du constat d'étourdissement

Etourdissement	Fréquence	Pourcentage
Oui	232	46,5%
Non	267	53,5%
Total	499	100,0%

53,5% disent n'avoir pas vécus cette situation d'étourdissement.

Tableau XII : Fréquences de la survenue de la sensation de vertige.

Vertige(s)	Fréquence	Pourcentage
Oui	229	45,9%
Non	270	54,1%
Total	499	100,0%

54,1% de notre échantillon disent n'avoir pas observé la sensation de vertige.

Tableau XIII : Rémunération par rapport à l'installation des antennes.

Recevez-vous une rémunération de l'exploitant de ces antennes relais?	Fréquence	Pourcentage
Oui	193	38,7%
Non	306	61,3%
Total	499	100,0%

61,3% disent ignorer recevoir une quelconque rémunération.

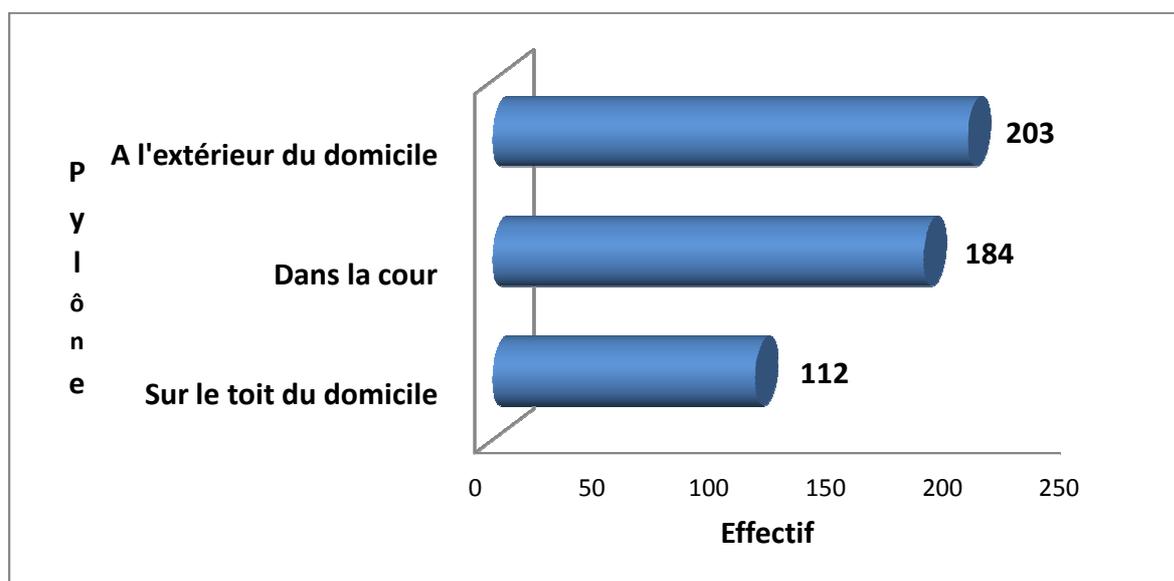


Figure 24 : Fréquences des sites d'installations des antennes relais.

Seulement 22,4% des pylônes sont installés sur le toit des maisons tandis que 36,9% dans la cour soit un pourcentage cumulé de 59,3%.

Tableau XIV : Distance des pylônes et acouphènes.

Distance des pylônes en mètre	Acouphènes		Total
	Oui	Non	
0-200	77	350	427
>200	16	56	72
Total	93	406	499

OR=0,77 (0,40-1,48) RR=0,81 (0,50-1,31) $X^2=0,46$; p=0,4959

Différence non significative au seuil de p=0,05%

Il n'y a pas de relation significative entre la sensation d'acouphène et la distance d'exposition par rapport aux champs électromagnétiques émis par les antennes relais. ($X^2=0,46$; p=0,4959)

Tableau XV : Distance des pylônes et asthénie

Distance des pylônes en mètre	Asthénie		Total
	Oui	Non	
0-200	8	419	427
>200	1	71	72
Total	9	490	499

OR=1,36 (0,17-29,33) RR=1,35 (0,17-10,62) $X^2=0,04$; p=0,8471

X^2 non applicable car effectif théorique inférieur à 5.

Tableau XVI : Distance des pylônes et céphalées

Distance des pylônes en mètre	Céphalées		Total
	Oui	Non	
0-200	305	122	427
>200	51	21	72
Total	356	143	499

OR=1,03 (0,57-1,84) RR=1,01 (0,86-1,18) $X^2=0,00$; p=0,9700

Différence non significative entre distance des pylônes et céphalées ($X^2=0,00$; p=0,9700)

Tableau XVII : Distance des pylônes et étourdissements

Distance des pylônes en mètre	Etourdissement		Total
	Oui	Non	
0-200	198	229	427
>200	34	38	72
Total	232	267	499

OR=0,97 (0,57-1,64) RR=0,98 (0,75-1,28) $X^2=0,00$; p=0,9948

Il n'y a pas de relation significative entre la distance de la source d'émission et l'apparition de la notion d'étourdissement. ($X^2=0,00$; p=0,9948)

Tableau XVIII: Distance des pylônes et insomnie

Distance des pylônes en mètre	Insomnie		Total
	Oui	Non	
0-200	45	382	427
>200	3	69	72
Total	48	451	499

OR=2,71 (0,78-11,25) RR=2,53 (0,81-7,92) $X^2=2,19$; p=0,1388

Absence de relation significative entre la notion d'insomnie chez les sujets de notre étude et la distance les séparant la source du rayonnement. ($X^2=2,19$; p=0,1388)

Tableau XIX : Distance des pylônes et nervosité.

Distance des pylônes en mètre	Nervosité		Total
	Oui	Non	
0-200	7	420	427
>200	2	70	72
Total	9	490	499

OR=0,58 (0,11-4,15) RR=0,59 (0,13-2,78) $X^2=0,04$; p=0,8471

X^2 non applicable car effectif théorique inférieur à 5.

Tableau XX : Distance des pylônes et phosphènes

Distance des pylônes en mètre	Phosphène		Total
	Oui	Non	
0-200	5	422	427
>200	3	69	72
Total	8	491	499

OR=0,27 (0,06-1,47) RR=0,28 (0,07-1,15) $X^2=1,86$; p=0,1722

Différence non significative au seuil de p=0,05%

X^2 non applicable car effectif théorique inférieur à 5.

Tableau XXI : Distance des pylônes et vertiges

Distance des pylônes en mètre	Vertiges		Total
	Oui	Non	
0-200	195	232	427
>200	34	38	72
Total	229	270	499

OR=0,94 (0,55-1,60) RR=0,97 (0,74-1,26) $X^2=0,01$; p=0,9068

Il n'y a pas de corrélation significative entre l'apparition du vertige et la distance séparant les sujets de notre étude à la source d'exposition au champ électromagnétique ($X^2=0,01$; p=0,9068)

6. Discussion

Dans notre étude, au travers des questionnaires soumis à notre population; il en ressort que 71,3% de nos sujets interrogés disent avoir constaté la survenue d'épisodes de céphalées depuis qu'ils vivent dans cet environnement. En dehors de ce constat plus de la moitié disent ne pas avoir ressenti; de stress ; d'asthénie; d'acouphène; de phosphène, des sensations de nervosité ; d'étourdissement; de vertige, etc.

Zhanghua et al. En 2013 ont étudiés en chine les effets du rayonnement électromagnétique sur certains indices physiologiques et la fonction immunitaire

Sur la base d'une méthodologie axée sur les conditions générales et le taux de notoriété de rayonnement electromagnetique; 205 opérateurs ont été évalués à l' aide des questionnaires.

Ils ont constaté que la principale plainte qui s'exprimait par ces operateurs était essentiellement des vertiges, des sensations, de fatigue, d'étourdissements, et d'amnésie.

Ainsi, ils ont constaté que le taux de dommage par radiation électromagnétique de sensibilisation était significativement plus élevé dans le groupe d'exposition que dans le groupe témoin. Leur conclusion fut que le rayonnement électromagnétique peut conduire à des changements au niveau de certains indices physiologiques.

Consales et al en 2012 ont montré que les champs électromagnétiques provenant à la fois de sources naturelles et anthropiques imprégnaient notre environnement, et comme les gens sont constamment exposés à ces champs dans leur vie quotidienne, l'équipe à souhaité un débat afin de savoir si ces champs électromagnétiques pouvaient être nocifs pour la santé humaine.

Sur la base des deux décennies d'études épidémiologiques ils ont constaté un risque accru de leucémie infantile associée aux champs des fréquences extrêmement basses.

Baliatsas et al, dans leur revue systématique d'études d'observations ont conclus que sur 22 études qui répondaient à leurs critères d'inclusions les champs électromagnétiques pouvaient être associés à la sévérité de certains symptômes tels que les maux de tête, les étourdissements et les troubles sommeils.

Abdel Rassoul et al en 2006 dans une étude transversale qu'ils ont menée sur 85 habitants vivants à proximité de la première antenne de station de téléphonies mobiles dans le gouvernorat de MENOUIYA en Egypte dont 37 vivaient dans un bâtiment sous l'antenne de la sta-

tion et les 48 autres en face d'une gare. Ils ont jumelé à l'étude un groupe contrôle de 80 participants et ont constaté que la prévalence des plaintes neuropsychiatriques (maux de tête, pertes de mémoire, étourdissements, tremblement, syndrome dépressif, et trouble du sommeil) étaient significativement plus élevés chez les habitants exposés que chez le groupe contrôle. Leurs conclusions furent que les habitants vivants à proximité des stations de bases de téléphonies mobiles sont à risques de développer des problèmes neuropsychiatriques et certains changements dans l'exercice de fonctions neuro comportementales.

Nos résultats ne concordent pas avec ce qui est rappelé dans la bibliographie ceci pouvant être en rapport avec certains facteurs tels que le temps d'exposition, la puissance d'émission qui est fonction du nombre de la population et de la fréquence des appels passés par celle-ci mais aussi des différentes offres de services des différents opérateurs.

Ces discordances observées entre nos résultats et ceux de la littérature sont probablement dues à la faiblesse de la durée d'expositions des sujets de l'étude contrairement au reste du monde.

L'impact de l'exposition aux faisceaux électromagnétiques n'est notable qu'à partir de 300m(selon référence de cette info) il se trouve que dans notre étude 85,57% de la population administrée habite a moins de 200m des pylônes Par ailleurs le pourcentage le plus élevé (23,6%) cohabite avec les pylônes depuis seulement 3 ans délais trop court pour ressentir les effets secondaires d'une exposition au CEM

7. Conclusion

Au terme de notre étude au cours de laquelle 499 sujets ont été interrogés sur la base d'un questionnaire (voir annexe) il en ressort que :

L'âge le plus représenté dans notre échantillon est 23 ans ce qui correspond à 15,50% il s'agit d'une population adolescente Le sexe masculin était le plus représenté avec 55,70%

Plus de 66,50% des sujets enquêtés ont un niveau universitaire

56,90% disent n'avoir aucunes connaissances de ce que c'est l'électromagnétisme

23,60% qui représentent l'effectif le plus élevé cohabitent avec les pylônes depuis seulement moins de 3 ans cependant 61,70% disent savoir qu'il existe probablement un impact négatif de l'installation de ces pylônes sur leur santé par rapport à la sensation d'asthénie non observée (98,20%) il en est de même du stress (93,20%), de l'insomnie(90,40%), de phénomène d'acouphène (81,40%), de phénomène de phosphène(98,40%) de sensation de nervosité (98,20%), de constat d'étourdissement (53,50%), de sensation de vertiges(54,10%).

8. Recommandation

9.

10. Aux autorités sanitaires de mettre en place des mécanismes de contrôles de l'impact des antennes relais sur les populations qui cohabitent avec elles, mécanismes basés sur des enquêtes épidémiologiques permanentes

11. Aux législateurs de légiférer afin de mettre plus ample de rigueur et de contrôle dans les mécanismes d'autorisations d'implantation des antennes relais.

12. A l'adresse des sociétés pourvoyeuses des antennes relais d'informer largement les populations plus particulièrement celles qui cohabitent avec les antennes relais sur les risques qu'elles peuvent courir a long terme

13. Aux populations de signaler aux services compétant toutes perturbations observés sur leurs environnement, quotidiens qu'elles pourraient rattacher à la présence de ces installations allant de manière croissante dans nos villes et villages

14.

15. Références bibliographiques

1. Prixtel. 2013, Généralités sur la téléphonie mobile : <http://www.prixtel.com/decouvrir-PRIXTEL/actualite/news/telephonie-mobile-histoire-et-developpement-des-telephones-portables>

2. Anonyme.2013, Présentation de la commune V de Bamako-Wikipedia :

<http://en.wikipedia.org/wiki/Mali>

3. Institut français de l'éducation, 2010, Présentation du système nerveux :

<http://acces.ens-lyon.fr/acces/ressources/neurosciences/phylogenie-et-evolution-des-systemes-nerveux/comprendre/anatomie-et-ontogenese-du-systeme-nerveux-des-vertebres>

4. Pr Gérard, Outrequin. 2007, Neuro anatomie fonctionnelle.

5. Cailloce, D. 2011, Anatomie physiologie du système nerveux :

<http://docsamu.info/doc/ifasn2011.pdf>

6. Nice Matin, 2011, Présentation du système nerveux :

<http://arreter-de-boire.fr/?p=749>

7. I, Ledanois.5 avril 2011, Anatomie du système nerveux :

<http://infirmiers.com/pdf/anatomie-systeme-nerveux.pdf>

8. Dr Richard Martzooff, 2000, encyclopedie médicale Vulgaris <http://www.vulgaris-medical.com/image-medicale/cerveau-coupe-frontale-avec-legendes>

9. Atlas Anatomie du système nerveux, octobre 2006, Anatomie du système nerveux :

<http://www.winsos.net/~ninie/fichiers/neuro/anat.pdf>

10. Pr Mc Gill, Novembre 2007, le cervelet :

http://lecerveau.mcgill.ca/flash/i/i_06/i_06_cr/i_06_cr_mou/i_06_cr_mou.htm

11. Cemp6.Janvier 2012, tronc cérébral :

<http://cemp6.org/wp-forum/viewtopic.php?f=134&t=1944>

12. Hasboun, D. 2006-2007, Neuro-anatomies:

www.chups.jussieu.fr/polys/eia_neuro/morpho-pdf

13. Benjamin T .2012, moelle épinière :

<http://www.neurocard.net/flat.php?stack=216>

14. Dr Alain Pottier, 21 juin 2010, coupe des méninges :

<http://www.docteurcliv.com/encyclopedie/meninges.aspx>

15. Frank-H Netter - Pierre Kamina. 25 juillet 2007, vascularisation cérébrale :

<http://www.imaios.com/fr/e-Anatomy/Tete-et-cou/Cerveau-IRM-3D>

16. Encyclopedie de médecine, 2012, vascularisation de l'encéphale :

http://www.medecine-cours.com/2013/04/le-polygone-de-willis-vascularisation_14.html

17. Pr. Pierre-Yves Dietrich, Jürg Hablützel, 2009, tumeurs cérébrales

http://www.fragile.ch/fileadmin/user_upload/documents/hirnverletzung/Brochure_tumeurs_LSC.pdf

18. P .Solvét, M. Sahel, 2010, Tumeurs cérébrales :

<http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?aarticle367>

19. Anonyme, 2013, Tumeur cérébrale, Gliome

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Gliome>

20. C. Toussaint, 2009, société française de neurochirurgie, adénome de l'hypophyse :

<http://campus.neurochirurgie.fr/spip.php?aarticle27>

21. OMS, 3 juin 2011, OMS CEM :

http://www.robindestoits.org/Liste-des-possibles-cancerogenes-du-groupe-2B-du-CIRC-OMS-03-06-2011_a1264.html

22. Albert Thomas, 2013, CICR Classification OMS des champs électromagnétiques :

http://www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_F.pdf

23. CICR, 4 déc. 2013, substances cancérogènes ;

<http://www.cancer-environnement.fr/213-Classification-du-CIRC.ce.aspx>

24. A. Aurengo, J. Clavel, R. de Seze, 2004, Champs Electromagnetique d'extrême basse fréquence :

http://www.sante.gouv.fr/dossiers/cshpf/r_mv_1104_champs_ebf.pdf

25. M. Alexandre BOUNOUH, M. Henri BRUGERE, 2010, rapport d'expertise sur les champs électromagnétiques :

<http://www.cancer-environnement.fr/LinkClick.aspx?fileticket=l8Op5btZcz8%3D&tabid=228&mid=1250>

26. Duchêne, A., & Jousot-Dubien, J. 2001. Applications des rayonnements non ionisants

<http://tpecem2010.e-monsite.com/pages/ii-champs-magnetiques-et-champs-electriques.html>

27. OMS, 2013, Champs electromagnetique :

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/fr/index3.html>

28. Anne Ludwig, 2008, naissance d'un message nerveux :

<http://www.sos-svt.com/documents/c18.pdf?PHPSESSID=0b9737cc9d52d5c2b87d591e2db65bb8>

29. Anonyme, 2009, Lignes à hautes tensions :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Ligne_a_haute_tension

30. RTE, 2012, Réseaux de transport d'électricité :

http://www.rte-france.com/uploads/media/pdf_zip/nos-activit-s/chemins_electricite_vf.pdf

31. Anonyme, 2001, lignes à hautes tensions :

http://fr.wikipedia.org/wiki/Ligne_a_haute_tension

32. Rte, septembre 2010, Variation de l'intensité du CEM en fonction de la distance :

http://www.rte-france.com/uploads/media/pdf_zip/cem/Mesure_CEM_HT-THT.pdf

33. INRS, 2012, Gamme de fréquences des CEM sur la sante :

<http://www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/champ-electromagnetique/effets-sante.html>

34. J. Alain, 2013, Antenne relais :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/Antenne-relais>

35. ANFR, 2010, Débit d’Absorption Spécifique control :

<http://www.anfr.fr/fr/protection-controle/exposition-du-public/faire-realiser-une-mesure/faire-realiser-une-mesure.html#c888>

36. OMS, CPRNI, 2010, normes d’expositions :

<http://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/fr/index4.html>

37. OMS, 2011, Champs Electromagnetique Magnétique

<http://www.who.int/peh-emf/standard/fr>

38. ICNIRP, Octobre 2008, explications des normes des CEM

<http://www.emfexplained.info/fra/?Page=25135>

39. Duchêne, A., & Jousset-Dubien, J. 2001, normes d’exposition aux champs électromagnétiques :

<http://tpecem2010.e-monsite.com/pages/iii-normes-seuils-mesures.html>

40. Maxence Layet, 2009, Sous le feu des ondes, Unités de mesures des CEM :

<http://www.arte.tv/sites/fr/sous-le-feu-des-ondes/2009/05/16/les-multiples-unites-de-mesure-de-lelectromagnetisme>

41 .www.unicef.org/french/infobycountry/mali_statistics.html

42. Centre Hefei for Disease Control and Prevention Hefei 230061, Chine

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24053963>

43. anonyme, 2010

<http://www.anses.fr/fr/lexique/ondes-%C3%A9lectromagn%C3%A9tiques>

44.

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22991514>

16. Annexes

Annexe 1 : Liste des tableaux

Tableau I : Exemple de champs électrique et magnétique calculés à 50 Hz pour des lignes électriques aériennes [RTE et EDF, 2006]	35
Tableau II : Utilisations des ondes dans leurs domaines	39
Tableau III : Représentation selon la tranche d'âge	49
Tableau IV : Fréquences de la survenue des céphalées chez des sujets impliqués dans notre échantillon.	52
Tableau V : Fréquences de la survenue d'asthénie chez les sujets interrogés.	53
Tableau VI : Fréquences de la survenue de stress dans l'échantillon.	53
Tableau VII : Fréquences de la survenue d'épisodes d'insomnie chez les sujets de l'échantillon	54
Tableau VIII : Fréquences de la survenue des phénomènes d'acouphène.	54
Tableau IX : Fréquences de la survenue des phénomènes de phosphènes	55
Tableau X : Fréquences de survenue de la sensation de nervosité	55
Tableau XI : Fréquences de la survenue du constat d'étourdissement	56
Tableau XII : Fréquences de la survenue de la sensation de vertige.	56
Tableau XIII : Rémunération par rapport à l'installation des antennes.	57
Tableau XIV : Distance des pylônes et acouphènes.	58
Tableau XV : Distance des pylônes et asthénie	58
Tableau XVI : Distance des pylônes et céphalées	59
Tableau XVII : Distance des pylônes et étourdissements	59
Tableau XVIII : Distance des pylônes et insomnie	60
Tableau XIX : Distance des pylônes et nervosité.	60
Tableau XX : Distance des pylônes et phosphènes	61
Tableau XXI : Distance des pylônes et vertiges	61

Annexe 2 : Liste des figures

Figure 1 : Répartition du système nerveux [3].	4
Figure 2 : Le neurone [3].	6
Figure 3 : Cheminement de l'influx nerveux	8
Figure 4 : système nerveux central [6].	12
Figure 5 : Le cerveau	13
Figure 6 : Coupe frontale du cerveau [8].	14
Figure 7 : Le cervelet [10].	15
Figure 8 : Tronc cérébrale et principales paires nerfs crâniennes [11].	16
Figure 9 : Les 12 paires de nerfs crâniens [11].	17
Figure 10 : Moelle épinière, coupe transversale [13].	19
Figure 11 : schéma représentatif des méninges [14].	20
Figure 12 : Vue ventrale du tronc cérébrale [5].	22
Figure 13 : vascularisation du système nerveux centrale [15].	24
Figure 14 : Champs magnétiques humain [26].	31
Figure 15 : Variation de l'intensité du stimulus	10
Figure 16 : Variation de l'intensité des champs en fonction de la distance [32].	36
Figure 17 : Gamme de fréquences et impact sanitaire [33].	38
Figure 18 : Implantation des pylônes à Baco djicoroni et Golf	48
Figure 19 : Répartition en fonction du sexe.	49
Figure 20 : Répartitions en fonction du niveau d'étude.	50
Figure 21 : Connaissance de la notion d'électromagnétisme par les sujets de notre échantillon.	50
Figure 22 : Durée de la cohabitation avec les pylônes des sujets de notre échantillon.	51
Figure 23 : Connaissances de l'impact probable de ces pylônes sur la santé.	52
Figure 24 : Fréquences des sites d'installations des antennes relais.	57

Depuis combien de temps êtes-vous en cohabitation avec ces pylônes ?

Pensez-vous que ces pylônes ont un impact sur le plan de votre santé ?

Positif

Négatif

Impact probable

Y a-t-il eu une ou des personne(s) malade(s) dans cette maison et/ou concession de façon chronique ?

Si oui de quelle(s) maladie(s) ont-elles souffert ?

Depuis que vous êtes en cohabitation avec ces pylônes le quel(s) de ces symptômes avez-vous observés de manière récurrente:

Maux de tête Fatigue chronique

Fatigue chronique Nervosité

Stress Acouphène

Insomnie Céphalées

Acouphène Etourdissement

Bourdonnement Vertige

Etes-vous informés des principaux risques de l'implantation de ces pylônes?

Oui Non

Recevez-vous une rémunération de l'exploitant de cette antenne relais ?

Oui non

Fiche signalétique

Noms : HINAMA MOUKOUMBI

Prénoms : THEOPHILE CREPIN

Titre de la thèse : Contribution à l'étude de l'impact des champs électromagnétiques sur le système nerveux en particulier et la santé en générale

Année : 2013- 2014

Ville /Pays de soutenance : Bamako/Mali

E-mail : crepin2001ga@yahoo.fr tel : (00223) 70 48 77 38, (00241) 07 80 27 27

Nationalité : Gabonaise

Lieu de dépôt : Bibliothèque de la faculté de médecine et d'odontostomatologie (FMOS)

Secteur d'intérêt : SANTE PUBLIQUE

Résumé :

Nous avons réalisé une étude exhaustive qui portait sur une contribution à l'étude de l'impact des champs électromagnétiques sur le système nerveux en particulier et la santé en général. Etude qui s'est déroulée du mois allant d'avril 2013 à février 2014 dans le quartier de Bacodjicoroni ACI, fleuve.

Le sujet de notre étude a retrouvé une forte suspicion concernant l'impact de l'électromagnétisme sur le quotidien des habitants environnant les zones des installations des pylônes relais de téléphonie mobile et de même que des lignes à très hautes tensions.

Parmi les 499 personnes interrogées nous avons trouvé que :

L'âge de 23 ans était le plus représentatif soit 15,50%.

Le sexe masculin était le plus représenté avec 55,70%

Près de 66,50% des sujets de notre étude ont un niveau universitaire

56,90% disent n'avoir aucune connaissance de ce que c'est l'électromagnétisme

23,60% qui représentent l'effectif le plus élevé cohabitant avec les pylônes depuis seulement moins de 3 ans.

61,70% disent savoir qu'il existe probablement un impact négatif de l'installation de ces pylônes sur leur santé par rapport à la sensation d'asthénie non observée (98,20%). Il en était de même du stress (93,20%), d'insomnie (90,40%), de phénomène d'acouphène (81,40%), de phénomène de phosphène (98,40%) de sensation de nervosité (98,20%), de constat d'étourdissement (53,50%), de sensation de vertiges (54,10%).

Cette étude exhaustive au delà de son originalité pourrait permettre de faire prendre conscience au plus grand nombre de la dangerosité probable d'une exposition prolongée aux champs électromagnétiques

Mots clés : impact, électromagnétisme, champ électromagnétique dangerosité.

Identification sheet

Name : HINAMA Moukoubi

Surname Théophile Crépin

Title thesis : Contribution for the study on the impact of electromagnetic fields on the nervous system in particular and the health in general

Year 2013 2014

Town/country of the viva voce : Bamako /Mali

Email : crepin2001ga@yahoo.fr

Tel : 00223 70487738 00241 07802727

Nationality : Gabonese

Place of deposit library : of the faculty of medicine and odontostomatology (FMOS)

Area on interest : Public health

Summary : we have realised an exhaustive study which was based on the contribution for the study on the impact of electromagnetic fields on the nervous system in particular and health in general .

The study went from april 2013 to February 2014 in the bacodjicoroni ACI area.

The reason of our study was regain a high suspicion concerning the impact of electromagnetism on the daily life of the inhabitant surrounding the areas where the pylon telephony mobile relay as well as high voltage has been installed.

A total 499 people were interviewed . The details of the study are bellow

The age of 23 was representative 15,5 %

The male was the most representative at 55%

66 ,5% of people of this study have the university study

56,9% do not any idea about electromagnetism

23,6% have less than 3 years old . The are highest proportion of people who live near to mobile telephony relay towers

61,70% have a rough idea about the bad impact of these facilities, 98,2% of them don't have any asthenia feeling. In second time, we noticed several symptoms linked with this situation which are : stress equivalent to 93,2%, insomnia 90,4%, acouphene phenomena 81,4%, phosphene phenomena 98,4%, nervousness 98,2% report of intoxication 53,5%, dizziness feeling 54,10%

These discrepancies between our results and the littérature are due to the short duration of exposure of study subjects in comparison with the rest of the world

This significant study beyond its originality could help people around the world to understand the real dangerousness of prolonged exposure to electromagnetic fields

Serment d'Hippocrate

En présence des Maîtres de cette école, de mes chers condisciples et devant l'effigie d'Hippocrate, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la médecine.

Je donnerai mes soins gratuits à l'indigent, et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail.

Je ne permettrai pas que des considérations de religion, de nation, de race, viennent s'interposer entre mon devoir et mon patient.

Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe. Ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs, ni à favoriser le crime.

Respectueux et reconnaissant envers mes Maîtres, je rendrai à leurs enfants l'instruction que j'ai reçue de leur père.

Que les hommes m'accordent leur estime si je suis fidèle à mes promesses, que je sois couvert d'opprobre et méprisé de mes confrères si j'y manque.

Je le jure !!