Thème : Transport et transfert : SVT – Physique-Chimie

Intro :

Lors d’un accident grave, il arrive que les victimes perdent la motricité ou les sensations (le sens du toucher) de leurs membres.

Ces phénomènes sont du due à des lésions de voies nerveuses. Nous nous sommes demandé si l’on pouvait donc faire quelque chose face à ses problèmes comme par exemples en les remplaçants. Nous avons rapidement créé un lien de ressemblance entre un câble électrique et un nerf (un câble (= le nerf), composée de fils (= les fascicules), eux même composés de fil très fin (= les axones) qui conduisent tous deux un courant de nature électrique).

Malheureusement, nous avons très vite remarqués que ces deux fils sont différents.

Cette comparaison nous a donc amenés à nous demander s’il est possible de changer un nerf aussi facilement qu’un câble électrique ou même plus simplement : Est-il possible de remplacer des nerfs sensitifs endommagés ou morts ?

Nous répondrons à cette question grâce aux parties détaillées dans le plan ci-dessus :

1. Qu’est-ce que c’est un nerf :
   1. Composition
   2. La transmission du message nerveux dans le nerf sensitif
2. Le replacement d’un nerf
   1. Les difficultés
   2. Les études en cours
3. Qu’est-ce qu‘un nerf :
   1. Composition

Un nerf est une partie du système nerveux.

Le système nerveux est composé du système nerveux périphérique (les nerfs par exemple) et d’un système nerveux central (le cerveau avec les neurones et la moelle épinière).

C’est ce système nerveux qui véhicule les informations sensorielles et motrices sous la forme de Stimulus de nature électrique. Cette information est transmise par les nerfs, puis dans la moelle épinière pour arriver dans les neurones du cerveau afin que le message soit traité.

Les messages passent d’un neurone à l’autre grâce aux synapses par une transition chimique.

Une synapse est la région d'interaction entre deux cellules nerveuses qui permet le passage d'un signal. Le plus souvent, la synapse se trouve entre le bouton synaptique d'un neurone présynaptique et la dendrite.

La moelle épinière est un prolongement du cerveau. Son rôle est de distribuer les nerfs entre le cerveau et les différentes parties du corps.

Quant aux nerfs, qui est la partie sur laquelle nous nous sommes penchés, ils sont composés de plusieurs fibres nerveuses (un fascicule) elles-mêmes composées de plusieurs axones (un axone à un diamètre de 50 microns ce qui vaut 50 millièmes de millimètre).

C’est plus précisément dans les axones que les messages nerveux passent.

Il y a 2 types d’axones :

- Les premiers, ceux qui nous intéressent, sont les axones qui sont reliés à la moelle épinière par le ganglion sensoriel et les racines sensorielles. Ce sont eux qui transmettent les messages sensitifs. Chaque axone sensitif sont reliés à des récepteurs sensoriels qui activent la transmission de l’information nerveuse après un stimulus.

- Les seconds sont les axones moteurs. Ils sont reliés à la moelle épinière par le ganglion moteur et les racines motrices et transmettent les massages moteurs.

Les axones situés dans le nerf ou dans la partie périphérique du système nerveux sont composés d’une gaine de myéline crée par la cellule de Schwann. Ces gaines permettent de transporter les messages nerveux beaucoup plus rapidement. (De 10 à 75 m/s contre 1 à 10 m/s pour les non myélinisé)

Le système nerveux centrale en a également mais contrairement au système nerveux périphérique, la myéline est, cette fois-ci, crée par l’oligodendrocytes et elle n’est pas située partout dans le système nerveux centrale.

Lors de nos recherches, nous avons vu qu'il pouvait y avoir des axones sensitifs et moteurs dans une même fibre nerveuse. Afin simplifier les choses, nous dirons qu’une fibre nerveuse est composée soit uniquement d'axones sensitifs soit d'axones moteurs.

* 1. La transmission du message nerveux dans le nerf sensitif

Afin de transmettre les messages nerveux au niveau du nerf, les axones sont traversés par des influx nerveux ou des potentiels d’actions.

Au repos, l’axone à un potentiel de -70mV : C’est le potentiel de repos.

Le potentiel d'action quant à lui est constitué de plusieurs d'événements :

* Une [dépolarisation](https://fr.wikipedia.org/wiki/D%C3%A9polarisation) de cet état de repos, d'une amplitude de +100 mV, le potentiel de la membrane interne passant de -70 à +30 mV,
* Une repolarisation de la membrane interne dont le potentiel repasse à -70 mV,
* Et éventuellement une [hyperpolarisation](https://fr.wikipedia.org/wiki/Hyperpolarisation), pour les cellules non myélinisées, où le potentiel diminue plus qu'à l'état de base (-80 mV), pour ensuite retourner à -70 mV.

Le potentiel d'action dure entre 1 et 2 [millisecondes](https://fr.wikipedia.org/wiki/Milliseconde).

Plus précisément, à l'initiation du potentiel d'action, lors de la stimulation, les canaux ioniques Na+ (sodium) s'ouvrent et les ions Na+ rentrent dans l'axone, provoquant une dépolarisation et passant le potentiel de la membrane interne de -70mV à +30mV.

Cette dépolarisation est dû à une forte concentration de cation (ions positifs) se qui entraine une augmentation de la charge positive à l’intérieur de l’axone.

Puis, une fois le potentiel maximal attend et la concentration de Na+ équilibrée, une [repolarisation](https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Repolarisation&action=edit&redlink=1) se produit. Les canaux ioniques K+ (potassium) s'ouvrent et les ions K+ sortent de l'axone faisant repasser le potentiel de la membrane interne à -70mV.

Cette repolarisation est l’inverse de la dépolarisions. Les canaux ioniques s’ouvrent pour que des cations quittent la cellule et que celle-ci retrouve son état initial.

Cela créé une modification de polarité entre l’extérieur et l’intérieur de la cellule. L'influx se déplace le long de l'axone dans une seule direction, vers le système nerveux centrale.

1. Le replacement d’un nerf
   1. Les difficultés

Pour mieux comprendre comment on peut remplacer un nerf, on peut d’abord lister les quelques inconvénients :

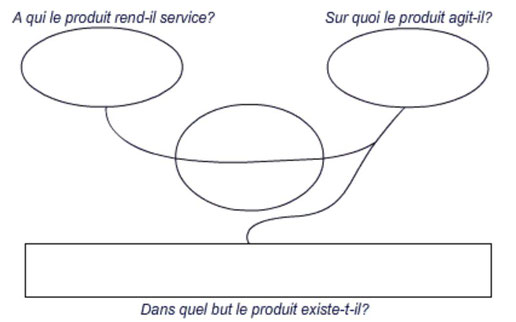
* On sait qu’un nerf est composé de plusieurs fascicules eux-mêmes composés de plusieurs axones, il faut donc pouvoir créer des fils ou des câbles assez fins pour qu’il soit de la même épaisseur qu’un un nerf, un fascicule ou un axone.
* On sait également que les axones d’un nerf sensitif sont chacun relié à un capteur sensoriel. Il faut donc pouvoir les lier afin d’assurer la transmission nerveuse.
* On sait que les messages circulent à une vitesse d’environ 75m/s dans le nerf myélinisé. Il faut donc un matériau capable d’être assez fin et résistant pour pouvoir de transporter un message aussi rapidement que dans un nerf myélinisé ou pouvoir recréer une gaine de myéline avec sa cellule Schwann
* Il faut également que le matériau ne crée pas des problèmes avec le corps humain (métaboliste ou le système immunitaire).

On pourrait chercher encore et encore pour en trouver, mais on s’arrêtera la pour l’instant.

Pour essayer d’y voir un peu plus clair, on peut utiliser des outils de la Science de l’ingénieur.

Cela nous permet donc de faire intervenir une séquence de la Science de l’ingénieur.

On peut commencer par une bête à cornes pour définir à qui le produit rend-il services, sur quoi agit-il et dans quel but :



Personne ayant perdu l’utilisation de son nerf

Le transfert d’influx nerveux

Nerf artificielle

Permettre le retrouver l’utilisation du nerf de la personne

Ensuite, à l’aide d’un diagramme de fonctions de service, en cherche ses fonctions principales (ce qu’il doit faire) et ses fonctions de services (à quelles contraintes il doit répondre pour être utilisé correctement) :

FP1 : Pourvoir transmettre un message nerveux à travers le nerf synthétique l’aide de matériau conducteur.

FP2 : Permettre au patient que nerf puisse être installé en toute sécurité et qu’il soit sans danger pour ça sécurité.

FP3 : Pouvoir de transmettre un message nerveux à la même vitesse que dans un nerf

FS1 : S’adapter aux dimensions nécessaires

FS2 : S’adapter aux différentes normes de médecines.

FS3 : S’adapter au système nerveux

FS4 : S’adapter au système immunitaire et au métabolisme humain.

On pourrait citer encore bien évidemment beaucoup plus de contrainte et de fonction de services.

* 1. Les études en cours

Afin d’obtenir plus d’information sur les études, nous avons voulu contacter et rencontrer un neurochirurgien. Malheureusement notre requête n’a pas abouti du a une absence de réponse au niveau du service de neurologie de l’hôpital de Troyes.

Nous avons également voulu effectuer des expériences, mais du a un manque de matériel au sein du lycée, nous n’avons as pu.

Nous avons donc été obligé de chercher des études par nos moyen et nous avons trouvé plusieurs les informations.

L’endommagement des nerfs périphériques est souvent produit à la suite d’accidents (accidents de la route, accidents de travail/sports) et aux mouvements répétés ce qui pourrais sectionnés complètement, partiellement ou écrasés le nerf.

Récemment, les différentes études ont permis de trouvée différentes maladies qui cause la perte de l’utilisation du système neurologique.

Les scientifiques on également découvert que la régénération des axones peut avoir lieu dans les gaines de myéline. Cette régénération peut aller de 1 à 5 mm/jour, mais il faut que la gaine de myéline ou les cellules de Schwann soit encore présentent pour que cette régénération se passe correctement.

Les cellules de Schwann sont des cellules qui permettent de régénérer la gaine de myéline.

Celle-ci entoure un ou plusieurs axones suivant le nerf, elle s’enroule tout autour de l’axone en formant en moyenne une centaine de couche pour la protéger et lui permettre de se recréer.

De nombreuses autres études actuelles visent à recréer une fausse gaine de myéline ce qui permettrait à l’axone de se régénérer même si la gaine de myéline avait été touchée.

Malheureusement, aucune étude n’a pour l’instant atteint ce but mais les plus avancées affirme que les chercheurs peuvent créer des biomatériaux qui faciliterait la réparation des nerfs périphérique, celle des nerfs centraux tel que les nerfs optiques et les cellules nerveuse de la moelle épinière.

Ces matériaux seraient créés à partir de fibre de soie obtenu grâce à des cocons de bombyx du mûrier. Ce matériau est déjà utilisé en médecine régénérative. Il est biocompatible et peut être amélioré en ajoutant des fibres par des modifications physiques qui leurs permettent de faciliter la repousse du nerf.

Donc la gaine de myéline pourrait surement être remplacée mais il faudrait que la cellule de Schwann reste en bonne état car d’après les chercheurs ce serait très compliquer d’en faire une greffe.

Conclusion :

En conclusion, on peut dire que le remplacement est extrêmement compliqué du a de nombreuses contraintes et un système extrêmement bien roder. Malgré cela les scientifiques du monde entier travaillent d’arrache-pied pour trouver une solution à ce problème qui est sur la bonne voie.

Src :

* <https://www.youtube.com/watch?v=qWr8yA-ZhBI> : C'est pas sorcier - LES SORCIERS SE PRENNENT LA TETE
* Manuel terminal S SVT - Edition Bordas - Partie 4, Chapitre 4
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Synapse> :
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Nerf_sensitif_et_nerf_moteur>
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Nerf>
* <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-nerf-13864/>
* <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-moelle-epiniere-2330/>
* <https://www.futura-sciences.com/sante/definitions/biologie-synapse-261/>
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Potentiel_d%27action>
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Potentiel_de_repos>
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/My%C3%A9line>
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Axone>
* <https://fr.wikipedia.org/wiki/Vitesse_de_l%27%C3%A9lectricit%C3%A9#Vitesse_du_signal_%C3%A9lectrique> (site ok)
* <http://transhumain.free.fr/syst.html>
* <http://www.cours-pharmacie.com/physiologie/systeme-nerveux.html>
* <https://www.assistancescolaire.com/eleve/4e/svt/reviser-une-notion/la-communication-entre-les-neurones-la-transmission-synaptique-3sad06>
* <http://ressources.unisciel.fr/DAEU-biologie/P2/co/P2_chap4_c07.html>
* <http://villemin.gerard.free.fr/aScience/Biologie/Neurone.htm>

Etudes

* <http://www.cofemer.fr/UserFiles/File/6%20neuropathies%20p%C3%A9riph%C3%A9riques140312.pdf>
* <http://edu.ge.ch/decandolle/sites/localhost.decandolle/files/diaporama-sn2-cellnervetme_0.pdf>
* <https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/biomedical-pharma-th15/nanotechnologies-et-biotechnologies-pour-la-sante-42608210/biomateriaux-a-base-de-nanofibres-de-soie-pour-des-applications-biomedicales-re218/>
* <https://www.cnrs.fr/insb/recherche/parutions/articles2011/m-reber.htm>
* <https://u1093.u-bourgogne.fr/images/stories/labo/pdf/Elisabeth-Thomas/Cours/M1APA/plasticity_class2.pdf>
* <https://icm-institute.org/fr/actualite/nouvelle-voie-developpement-axones-premiere-etape-vers-regeneration-apres-lesion/>

PARTIE ORAL

Louis : Partie SI, Intro

Irina : Partie Compostions, Conclusion

Crépin : Parti étude en cours, Physique-chimie