

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

Série : Sciences et Technologies de Laboratoire

Spécialités :

- **Biotechnologies**
- **Sciences physiques et chimiques en laboratoire**

SESSION 2018

Sous-épreuve écrite de Chimie – biochimie – sciences du vivant

Coefficient de cette sous-épreuve : 4

Ce sujet est prévu pour être traité en deux heures.

**Les sujets de CBSV et de spécialité seront traités
sur des copies séparées.**

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

Ce sujet comporte 11 pages.

Partie 1 : pages 2 à 5

Partie 2 : pages 6 à 11

Les 2 parties sont indépendantes.

PARTIE I : production d'électricité à partir d'un cactus (8 points)

Une équipe de chercheurs du CNRS a proposé une stratégie nouvelle, écologique et renouvelable dans la conversion de l'énergie solaire en énergie électrique. Ils ont ainsi produit une biopile qu'ils ont insérée dans un cactus. Ils ont démontré que cette pile pouvait générer une puissance suffisante pour allumer une lampe.

Cette partie a pour objectif d'étudier le fonctionnement de la biopile.

Production de glucose par le cactus

Le **document A** présente une version simplifiée des échanges avec le milieu extérieur intervenant dans la synthèse du glucose chez le cactus.

- 1.1 Nommer le processus métabolique qui permet la production de glucose chez le cactus. Indiquer l'organe dans lequel se déroule ce processus.
- 1.2 Préciser la source de carbone et la source d'énergie utilisées par le cactus. En déduire son type trophique.

Fonctionnement de la biopile

La biopile contient deux enzymes : la glucose oxydase (GOx) et la bilirubine oxydase (BOD). La GOx catalyse la transformation du glucose en gluconolactone (**document B**). Elle est généralement produite industriellement à l'aide d'un organisme eucaryote, par exemple *Aspergillus niger*.

- 1.3 Indiquer la nature biochimique d'une enzyme et le nom des molécules élémentaires qui la constituent.
- 1.4 Citer les deux étapes principales permettant la synthèse de la glucose oxydase à partir de son gène chez *Aspergillus niger*, et préciser pour chaque étape leur localisation cellulaire.
- 1.5 La molécule de gluconolactone comporte différentes fonctions. Recopier cette molécule sur la copie. Entourer un groupe caractéristique d'une de ces fonctions et la nommer.

Le principe du fonctionnement de la biopile est présenté dans le **document C**. Les réactions permettant la production d'électricité sont des réactions d'oxydo-réduction.

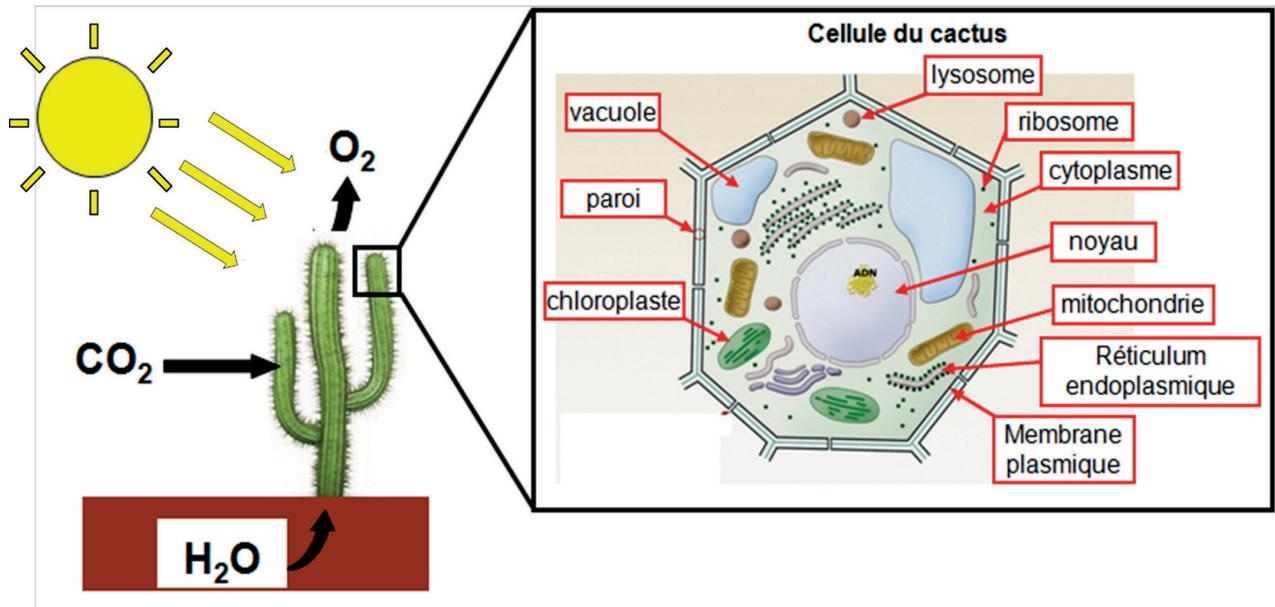
- 1.6 Indiquer le donneur initial d'électrons et l'accepteur final d'électrons dans la biopile.

- 1.7 Écrire les demi-équations d'oxydo-réduction pour les couples oxydant/réducteur suivants : O_2/H_2O et gluconolactone/glucose. Les formules brutes pourront être utilisées.
- 1.8 En déduire l'équation de la réaction entre le glucose et le dioxygène se déroulant dans la biopile.
- 1.9 À 37 °C et $pH = 7$, l'enthalpie libre standard de la réaction précédente entre le dioxygène et le glucose, notée $\Delta_r G^{\circ}$, est liée à la différence des potentiels standard ΔE° . À l'aide des données suivantes, calculer $\Delta_r G^{\circ}$ et indiquer si la réaction est favorisée ou non.

Données :

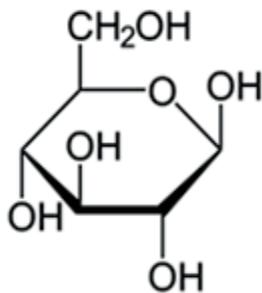
- $\Delta_r G^{\circ} = - n.F. \Delta E^{\circ}$
- $E_1^{\circ} (O_2/H_2O) = + 0,81\text{ V}$ et $E_2^{\circ} (\text{gluconolactone/glucose}) = - 0,57\text{ V}$
- $n = \text{nombre d'électrons échangés}$
- Constante de Faraday $F = 96\ 500\text{ C.mol}^{-1}$

Document A : échanges intervenant dans la synthèse du glucose et ultrastructure d'une cellule de cactus

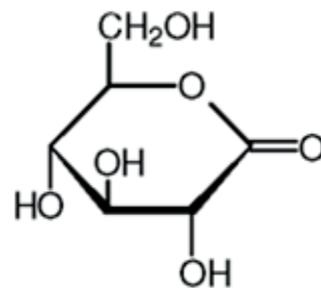


Adapté de www.gnis-pedagogie.org/biotechnologie-biologie-cellule-vegetale.html

Document B : formules chimiques du glucose et de la gluconolactone

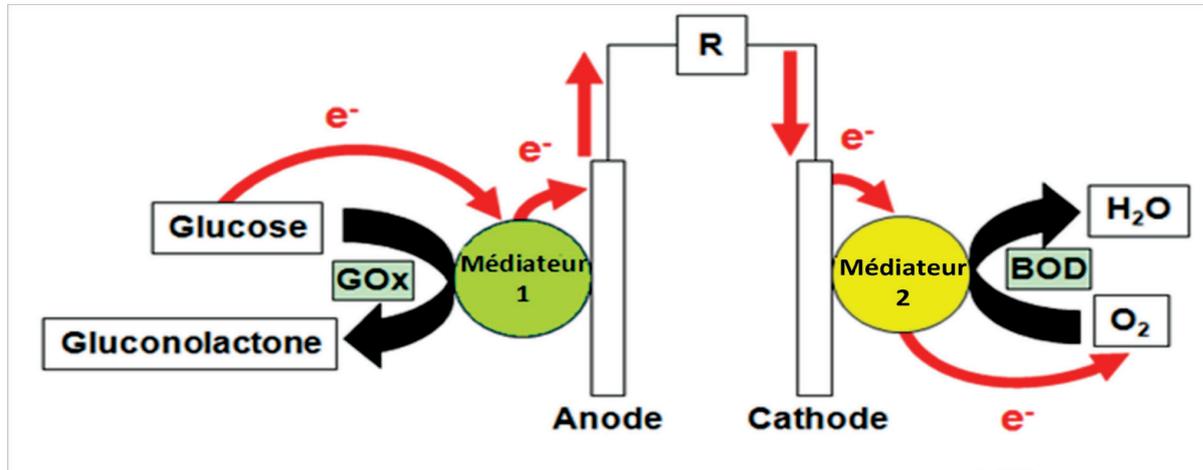


glucose
(β-D-glucopyranose)
 $C_6H_{12}O_6$



gluconolactone
(D-glucono-1,5-lactone)
 $C_6H_{10}O_6$

Document C : principe de fonctionnement de la biopile



Adapté de Mano et al, JACS, 2003, 125, 6588-6594

Ce système génère un courant électrique (circulation des électrons entre l'anode et la cathode).

À l'anode, les électrons sont transférés du glucose vers l'électrode grâce au médiateur 1.

À la cathode, les électrons sont transférés de l'électrode au dioxygène grâce au médiateur 2.

Ces réactions de transferts d'électrons sont catalysées par des enzymes : la glucose oxydase (GOx) et la bilirubine oxydase (BOD).

PARTIE II : étude d'une maladie auto-immune, la sclérose en plaques (SEP) (12 points)

La sclérose en plaques est une maladie auto-immune qui touche plus de 100 000 personnes en France.

Une maladie auto-immune résulte d'un dysfonctionnement du système immunitaire qui s'attaque aux constituants sains de l'organisme. Dans le cas de la SEP, le système immunitaire de l'individu s'attaque à des composants du système nerveux central.

Les symptômes de la maladie varient d'une personne à l'autre en fonction de la zone du système nerveux touchée : on peut notamment observer des troubles de l'équilibre, de l'activité musculaire ou une baisse de la vision.

Le but de cette partie est d'étudier le mécanisme à l'origine de la sclérose en plaques et d'analyser certaines causes possibles.

L'origine de la sclérose en plaques

Dans la sclérose en plaques, l'une des principales cibles du système immunitaire est la gaine de myéline qui entoure l'axone des neurones (**document D**). Cette dernière est progressivement détruite.

- 2.1 À partir de l'exploitation du **document E**, indiquer deux paramètres qui influencent la vitesse de transmission de l'influx nerveux.
- 2.2 Émettre une hypothèse expliquant la diminution de l'activité musculaire observée chez les patients atteints de sclérose en plaques.

De nombreuses recherches portent sur les mécanismes immunitaires à l'origine de la sclérose en plaques. Le **document F** présente deux mécanismes immunitaires impliqués dans l'apparition et le développement de cette maladie.

- 2.3 Nommer chacun des deux mécanismes immunitaires impliqués dans le développement de la sclérose en plaques. Justifier le terme « maladie auto-immune » attribué à la SEP.

Recherche d'une prédisposition génétique de la sclérose en plaques

Plusieurs études ont été menées afin de comprendre l'origine du dérèglement du système immunitaire.

Récemment, un facteur génétique a été mis en évidence. Il s'agit d'une mutation du gène NR1H3 (**document G**) qui code la protéine LXRA impliquée dans le processus de réparation de la gaine de myéline.

- 2.4 Écrire les séquences d'ARNm correspondant à l'allèle de référence et à l'allèle muté du gène NR1H3.
- 2.5 À l'aide du code génétique fourni (**document de référence**), écrire les séquences polypeptidiques correspondant à l'allèle de référence et à l'allèle muté du gène NR1H3.
- 2.6 Comparer les séquences polypeptidiques, puis indiquer les conséquences possibles sur la structure et la fonction de la protéine LXRA mutée.
- 2.7 Formuler une hypothèse reliant ces conséquences au développement de la sclérose en plaques.

Recherche d'un facteur environnemental prédisposant à la sclérose en plaques

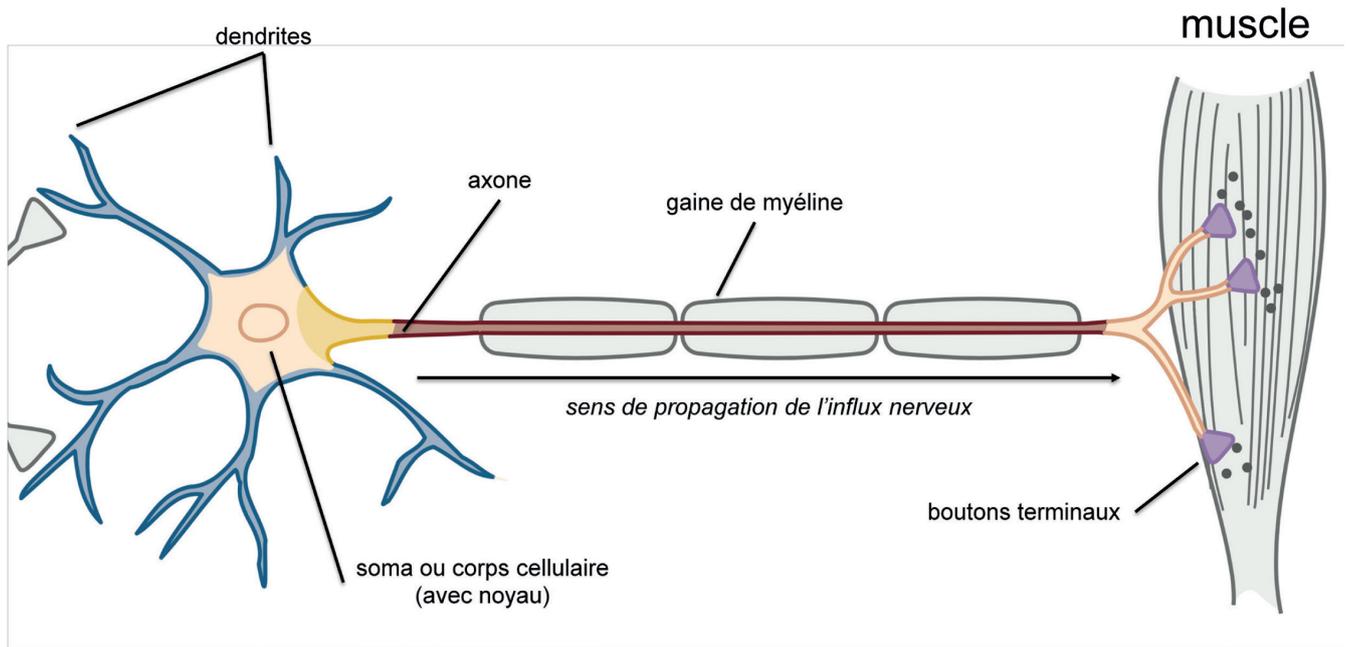
Le **document H** présente les résultats d'une étude portant sur l'influence de différents facteurs sur la prévalence de la sclérose en plaques.

- 2.8 À partir du **document H** et sachant que les rayons UV sont nécessaires à la production de vitamine D, discuter du lien éventuel entre l'ensoleillement et le développement de la sclérose en plaques.

Synthèse

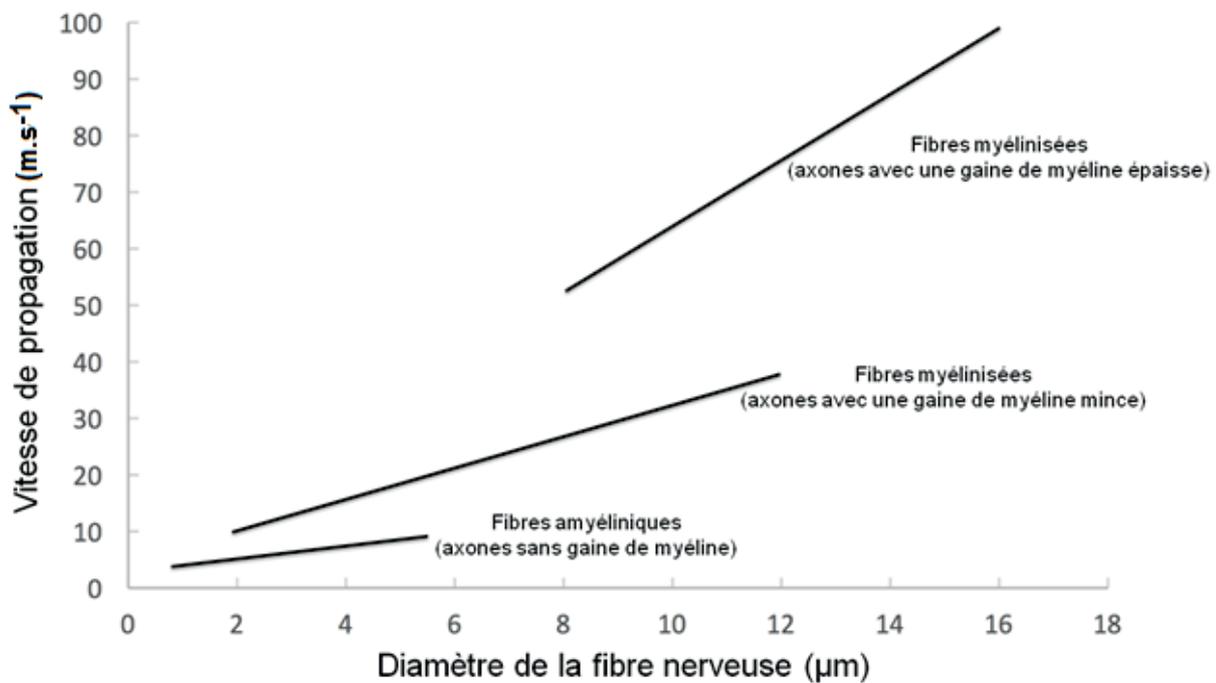
- 2.9 À partir de l'ensemble des données, réaliser un schéma de synthèse représentant l'origine multifactorielle de la sclérose en plaques.

Document D : représentation schématique de la structure d'un neurone contrôlant un muscle



Adapté de Kandel et al, Principles of Neural Science, 5^{ème} édition, 2013.

Document E : vitesse de propagation de l'influx nerveux le long de différents types de fibres nerveuses

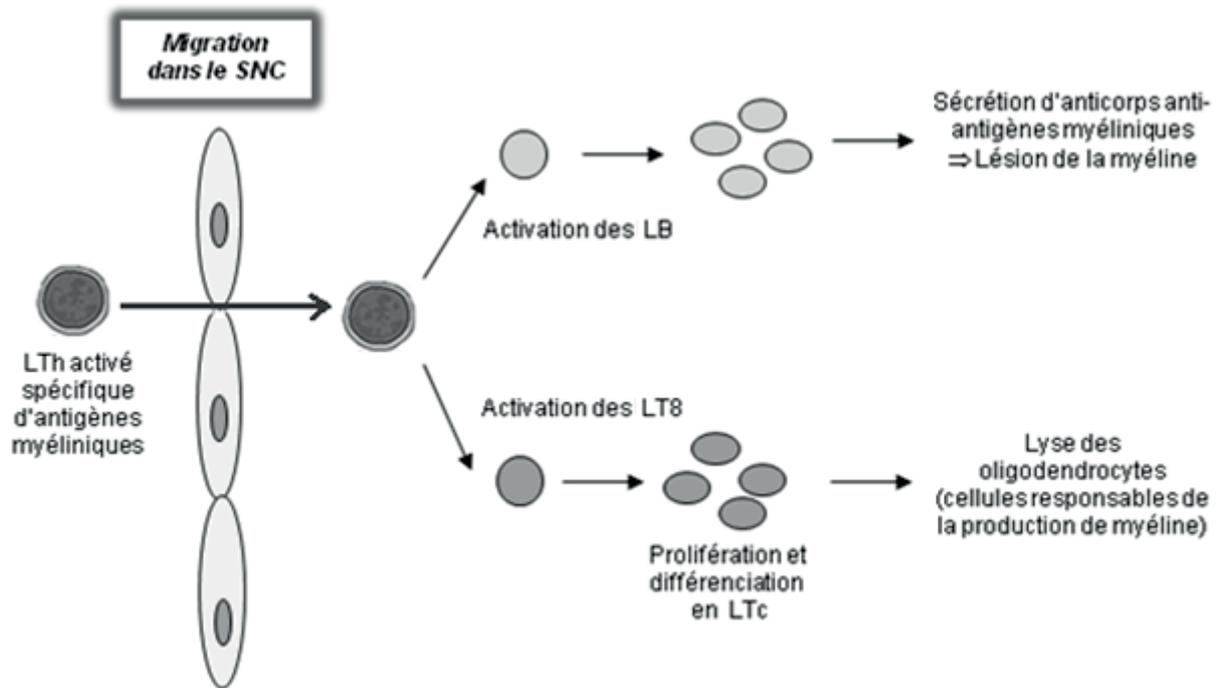


Adapté de <http://www.apag-asso.org/site/sclerose-en-plaques/>

Document F : deux mécanismes immunologiques à l'origine de la sclérose en plaques

Dans le sang de patients atteints de sclérose en plaques, on a détecté des LT4 spécifiques d'antigènes myéliniques (antigènes localisés sur la gaine de myéline).

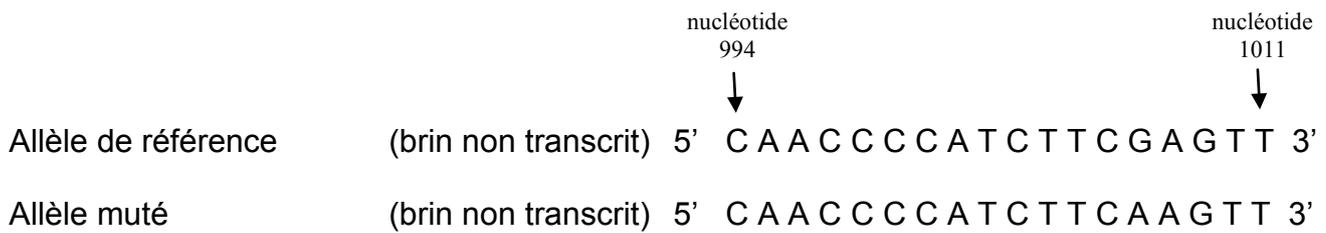
Dans certaines conditions encore peu comprises, ces LT4 s'activent et se différencient en LTh spécifiques d'antigènes myéliniques. Ces LTh migrent alors dans le système nerveux central (SNC).



Barrière hémato-encéphalique (BHE) qui sépare la circulation sanguine générale du système nerveux central

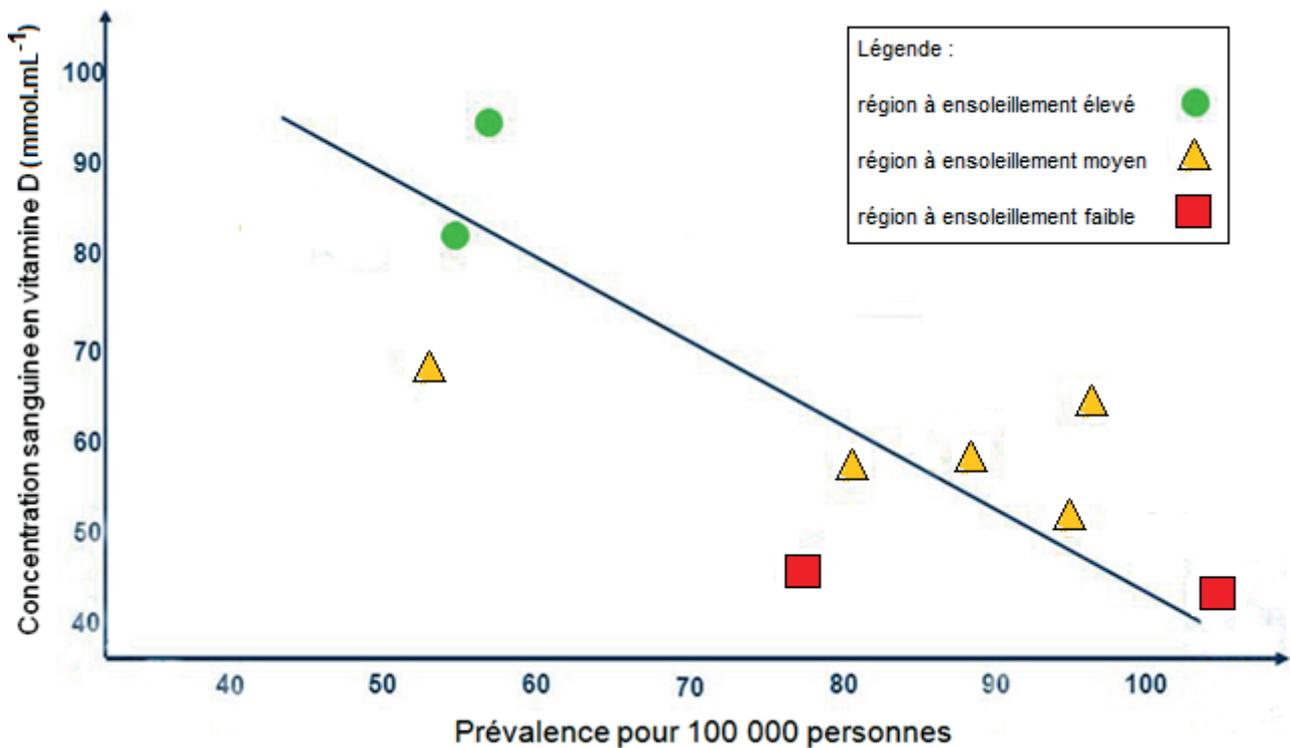
- LB : lymphocyte B
- LT4 : lymphocyte T4
- LT8 : lymphocyte T8
- LTc : lymphocyte T cytotoxique (ou *killer*)
- LTh : lymphocyte T auxiliaire (ou *helper*)

Document G : portions des séquences des brins non transcrits de l'allèle de référence et de l'allèle muté du gène NR1H3 codant la protéine LXRA



Document H : concentration sanguine en vitamine D en fonction de la prévalence de la sclérose en plaques dans neuf régions françaises à l'ensoleillement variable

Dans ce document, la prévalence correspond au nombre de malades sur 100 000 personnes, dans une zone précise et à un moment donné.



Adapté de P. Vermersch (CHRU de Lille)
données de Chapuy et al, Livre blanc de la SEP (1996)

Document de référence : tableau présentant le code génétique

		DEUXIÈME NUCLEOTIDE					
		U	C	A	G		
PREMIER NUCLEOTIDE	U	UUU Phé	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U C A G	TROISIEME NUCLEOTIDE
		UUC Phé	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys		
		UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop		
		UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp		
	C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U C A G	
		CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg		
		CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg		
		CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg		
	A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U C A G	
		AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser		
		AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg		
		AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg		
	G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U C A G	
		GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly		
		GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly		
		GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly		