

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ BADJI MOKHTAR

ANNABA



جامعة باجي مختار

عنابة



FACULTÉ DES SCIENCES
DÉPARTEMENT DE BIOLOGIE
LABORATOIRE D'ÉCOLOGIE DES SYSTÈMES TERRESTRES ET
AQUATIQUES

Thèse En vue de l'obtention d'un Diplôme de Doctorat
Domaine : SCIENCE DE LA NATURE ET DE LA VIE
Filière : Biologie
Spécialité : Biodiversité, Evolution et Ecologie de la Santé.

Intitulé

« IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES
PROPRIÉTÉS ÉLECTRIQUES DES NERFS ET L'ÉVOLUTION
DES ESPÈCES ANIMALES »

Présentée par : **BABA-AHMED KAMILA**

Directeur de thèse : BOUSLAMA ZIHAD (Pr. Université Badji Mokhtar-Annaba)

Devant un jury composé de :

Pr. BOUKHROUFA FERIAEL Présidente	Université Badji Mokhtar – Annaba
Pr. HAFEDH ABDELMELEK	Co-directeur Université de Carthage -Bizerte
Pr. HABBACHI Wafa	Examinatrice Université Badji Mokhtar - Annaba
Pr. DJEBBAR MOHAMED REDA	Examineur Université Badji Mokhtar – Annaba

Année universitaire 2023-2024

REMERCIEMENT

Je voudrai, avant tout, faire part ici de mon infinie reconnaissance au Professeur Zihad Bouslama, Directrice du laboratoire de recherche « écologie des systèmes terrestres et aquatiques (ECOSTAq) » qui a dirigé ma thèse avec la rigueur scientifique qu'elle a su m'insuffler et de m'en montrer digne. J'ajouterai une mention spéciale pour son indéfectible soutien lors de moments de grandes difficultés.

Toute ma gratitude et mon admiration vont également au Professeur Hafedh Abdelmalek, Directeur du laboratoire de recherche de physiologie intégrée de l'université de Carthage qui pendant de longs mois a codirigé ma thèse et qui n'a ménagé aucun effort pour que je réalise ce travail dans un domaine qui ne m'était pas vraiment familier. Cette thèse n'aurait pas pu s'achever sans ses encouragements, son soutien, sa disponibilité et son affabilité. Qu'il trouve ici ma profonde considération pour la rigueur et le sérieux qu'il m'a imposé et son optimisme à toute épreuve.

Mes vifs remerciements vont aussi au Professeur Feriel Boukhroufa de l'université de Badji Mokhtar pour l'honneur qu'elle nous fait en présidant ce jury.

Comme j'exprime également ma reconnaissance aux membres de ce jury qui ont aimablement accepté d'évaluer ce travail, le Professeur Réda Djebbar de l'université de Badji Mokhtar ainsi que le Professeur Wafa Habbachi de l'université de Badji Mokhtar.

Je ne finirai pas sans remercier les membres de ma famille qui m'ont soutenue moralement et qui ont contribué à ce travail. Mon mari Jalel qui a été d'une patience exemplaire, ma maman Dalila et mon papa Rafik qui ont contribué à la correction du document ainsi que ma sœur Fédia et son mari Brahim et ma sœur Leïla qui n'ont jamais cessé de m'encourager.

Je leur dédie ce travail qui j'espère est que le début d'une longue carrière.

RESUME

La question débattue dans la présente thèse existe-il une relation possible entre le champ magnétique terrestre (ErMF) et la température du globe expliquant le changement climatique. Nous proposons ici une méthodologie innovante pour modéliser la corrélation entre le champ magnétique terrestre et la température ambiante. Nous avons appliqué ladite méthodologie à deux séries, l'ErMF et la température ambiante dans la région de New York (NY) durant cent ans (1916-2016). L'hypothèse de départ est bien vérifiée et nous avons formulé une équation nommée Aurore (2020). Les résultats actuels semblent étayer cette hypothèse et Il est évident que la connexion ne signifie pas que le champ géomagnétique est entièrement responsable des changements climatiques, mais plutôt qu'il est un élément moteur important des variations du climat et de la température ambiante dans chaque région du globe et en particulier à New York (USA)

L'évolution du système nerveux pourrait être influencée par des facteurs climatiques et des facteurs magnétiques impliquée dans l'adaptation des espèces animales à leurs environnements. Ce travail de thèse dans une deuxième approche a pour objectif l'évaluation des effets de la température et du changement climatique sur les propriétés électriques des nerfs chez quatre espèces (Grenouille, caméléon, poussin et lapin) et l'évaluation de la qualité de la gaine de myéline par le dénombrement des cellules de Schwann au cours de l'évolution. L'analyse des propriétés électriques montre clairement une translation de la Tc entre les poïkilothermes et les endothermes tributaire de la variation de la température du globe et du champ magnétique.

Mots clé : changement climatique, champs magnétique, température, propriétés électriques des nerfs, évolution des espèces animales.

ABSTRACT

The issue discussed in this thesis; is there a possibility of a relationship between the Earth's magnetic field (ErMF) and the temperature of the globe explaining the climate change. We propose here an innovative methodology to model the correlation between the Earth's magnetic field and the ambient temperature. We have applied the methodology to two series, ErMF and room temperature in the New York (NY) area over the past 100 years (1916-2016).

We verified well our initial hypothesis and we have formulated an equation called Aurore (2020). The current results seem to support this hypothesis and it is obvious that the connection does not mean that the geomagnetic field is entirely responsible for the climate changes, but rather that it is a main element of the variations in the climate and ambient temperature in New York (USA)

The evolution of the nervous system could be influenced by climatic and magnetic factors involved in the adaptation of animal species to their environments. This thesis work in a second approach aims to study the influence of temperature and climate change on the electrical properties of nerves in four species (Frog, chameleon, chick and rabbit) and to assess the quality of the myelin sheath by the enumeration of Schwann cells during evolution.

The analysis of the electrical properties clearly shows a translation of the CT (Critical Temperature) between the poikilotherms and the endotherms dependent on the variation of the temperature of the globe and of the magnetic field.

Keywords: climate change, magnetic fields, temperature, electrical properties of nerves, evolution of animal species.

الملخص :

لقد تم التساؤل في هذه الأطروحة عن إمكانية وجود علاقة بين المجال المغناطيسي للأرض (ErMF) ودرجة حرارة الكرة الأرضية و التي توضح تغير المناخ. قمنا باقتراح منهجية مبتكرة لنمذجة العلاقة بين المجال المغناطيسي للأرض ودرجة الحرارة المحيطة. قمنا بتطبيق المنهجية المذكورة على سلسلتين ، المجال المغناطيسي للأرض ودرجة الحرارة المحيطة في منطقة نيويورك على مدار المائة عام الماضية (-1916 2016).

وقد تحققنا من فرضيتنا الأولية جيداً وقمنا بصياغة معادلة تسمى (Aurore) (أورور) (2020) . و قد تبين أن النتائج الحالية تدعم هذه الفرضية ، ومن الواضح أن الاتصال لا يعني أن المجال المغناطيسي الأرضي مسؤول بالكامل عن تغير المناخ ، بل إنه قوة دافعة مهمة للتغيرات في المناخ ودرجة الحرارة المحيطة في كل منطقة ، حول العالم وبالأخص في نيويورك (الولايات المتحدة الأمريكية). يمكن أن يتأثر تطور الجهاز العصبي بالعوامل المناخية والعوامل المغناطيسية المشاركة في تكيف الأنواع الحيوانية مع بيئاتها. تهدف هذه الأطروحة في مقاربة ثنائية إلى دراسة تأثير درجة الحرارة وتغير المناخ على الخصائص الكهربائية للأعصاب في أربعة أصناف (الضفدع ، الحرباء ، الصوص والأرانب) وتقييم الجودة لغمد المايلين من خلال تعداد خلايا شوان أثناء التطور. يُظهر تحليل الخواص الكهربائية بوضوح ترجمة درجة الحرارة الحرجة بين متغيرات الحرارة و داخلية الحرارة التي تعتمد على تباين درجة حرارة الكرة الأرضية والمجال المغناطيسي.

الكلمات المفتاحية : تغير المناخ ، المجالات المغناطيسية ، درجة الحرارة ، الخواص الكهربائية للأعصاب ، تطور الأنواع الحيوانية.

LISTE DES FIGURES :

Figure 1: Changement de la moyenne et de la variabilité des paramètres météorologiques.....	6
Figure 2: Hausse de la température de surface globale moyenne entre 1850 et 2005	7
Figure 3: Evolution du nombre de journées/nuits chaudes/froides (seuils variables 10%/90%)par décennie entre 1950 et 2002 par rapport à la période de référence 1961-1990	9
Figure 4: Evolution des précipitations annuelles par décennie entre 1946 et 1999 en Europe par rapport à la période de référence 1961-1990.....	10
Figure 5: Evolution du nombre de journées à fortes précipitations (>10 mm) et de l'intensité journalière par décennie entre 1950 et 2002 par rapport à la période de référence 1961-1990	11
Figure 6: Niveau moyen de la mer entre 1870 et 2005 par rapport à la période de référence 1961-1990.	12
Figure 7: L'épaisseur du trait rouge correspond au "réchauffement climatique catastrophique.....	13
Figure 8: Le graphique montre sur 70 millions.....	13
Figure 9: Evolution des teneurs en O18	14
Figure 10: Amplitudes des variations de température au Groenland	15
Figure 11: Variation de la température au centre du Groenland	15
Figure 12: Relevés de températures moyennes fournis par les organismes météorologiques mondiaux.s.	16
Figure 13: La tendance de la température globale entre 1989-2004	17
Figure 14: Projections relatives au réchauffement à la surface du globe selon différents modèles.....	17
Figure 15: Scénarios d'émissions de gaz à effet de serre pour la période 2000-2100.....	18
Figure 16: Projections des variations des quantités de précipitations selon différents modèles pour la période 2090-2099	19
Figure 17: Lignes de champ magnétique terrestre	20
Figure 18: Schéma de composantes X et Y qui sont dirigées en direction du Nord géographique et l'Est	21
Figure 19: Champ magnétique terrestre a la surface de la terre.....	22
Figure 20: Le Spectre du champ magnétique à la surface de la Terre.....	23
Figure 21: Modélisation du dipôle géocentrique incliné	23
Figure 22: Présentation du mouvement virtuel magnétique	24
Figure 23: Schéma de la structure interne de la terre. Birch.....	25
Figure 24: Variations temporelles du champ magnétique terrestre en fonction du temps.	25
Figure 25: : Champ magnétique terrestre en fonction du temps à Paris.	26
Figure 26: Etude de la fréquence des inversions du champ magnétique en fonction du temps.	27
Figure 27: Renversement du champ magnétique terrestre en fonction du temps.....	28
Figure 28: La classification phylogénique des vertébrés.....	29
Figure 29: Le système nerveux central.....	33
Figure 30: Structure générale d'un neurone	34
Figure 31: Schéma de la barrière hématoencéphalique	35
Figure 32: Schéma de la coupe transversale de la moelle épinière	35
Figure 33: Les axones : myélinisés ou amyélinisés	36
Figure 34: les fibres du système nerveux (Fuhrer, 1996):Légende : Fibre myélinisée (D) et non myélinisée (E)	36
Figure 35: fibre nerveuse myélinisée	37
Figure 36: Gaine de myéline et du nœud de Ranvier.	37
Figure 37: Schéma de la conduction saltatoire	38
Figure 38: Lésions élémentaires.	39
Figure 39: L'effet meissner.	42
Figure 40: Expérience qui illustre la théorie de l'effet Meissner.	42
Figure 41: La théorie BCS.....	43
Figure 42: Effet Josephson	44
Figure 43: l'évolution de la résistivité du supraconducteur en fonction de la température	45
Figure 44: Mode de fonctionnement de l'IRM	47
Figure 45: Diagrammes en points indiquant la relation entre la température et l'année à New York pendant la période 1916-2016	53
Figure 46: Diagrammes graphiques indiquant la relation entre le champ magnétique terrestre (B tesla) et l'année à New York pendant la période 1916-2016.	54
Figure 47: Diagrammes à points indiquant la relation entre la température et le champ magnétique	

terrestre à New York	55
Figure 48: La technique des quatre points	62
Figure 49: (A) extraction du nerf sciatique. (B) Des cassettes contenant les nerfs sciatiques fixés dans du formol neutre à 10%	63
Figure 50: Automate de déshydratation	64
Figure 51: Le système d'inclusion et la réalisation des coupes	65
Figure 52: Méthodes de calcul de la topographie des cellules de Schwann dans différentes espèces.	67
Figure 53: (A) Ligature du nerf sciatique. (B) extraction du nerf sciatique.....	68
Figure 54: Évolution de la résistance électrique normalisée (R / R_a) du nerf sciatique de la grenouille en termes de température T ($^{\circ}K$)	69
Figure 55: Comparaison du comportement électrique à basse température des nerfs sciatiques du caméléon (flèches), du poussin (ligne pointillée) et du lapin (carreaux)	70
Figure 56: Sections longitudinales du nerf sciatique.....	71
Figure 57: Nombre de cellules de Schwann	72

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Température de transition des nerfs sciatiques du caméléon, de la grenouille, du poussin et du lapin. Température de transition des nerfs sciatiques du caméléon, de la grenouille, du poussin et du lapin.	70
Tableau 2: Application de l'équation Aurore grenouille	72
Tableau 3: Application de l'équation Aurore caméléon	73
Tableau 4: Application de l'équation Aurore poussin	73
Tableau 5: Application de l'équation Aurore lapin	73

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENT

RESUME

ABSTRACT

للملخص

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

Introduction.....	1
Chapitre I.....	4
1. Le changement climatique	4
1.1. Analyse des conditions météorologiques moyennes et extrêmes	4
1.2. Étude des changements observés du climat global	6
1.2.1. Évolution des températures	6
1.2.1.1. Températures moyennes.....	7
1.2.1.2. Températures extrêmes.....	8
1.2.2. Évolution des Précipitations.....	9
1.2.2.1. Précipitations moyennes.....	10
1.2.2.2. Précipitations extrêmes.....	11
1.2.3. Autres paramètres météorologiques	11
1.2.4. Impacts globaux du changement climatique	11
1.3. Évolution de la variation de la température durant la période de 2001-2009.....	13
1.3.1. Variations des moyennes de températures atmosphériques sur Terre (65 millions d'années).....	13
1.3.2. Variations au cours des 25 000 dernières années	14
1.3.3. Variations au cours des 4000 dernières années	15
1.3.4. Les températures moyennes récentes de la planète	16
1.3.5. L'évolution du climat au cours du 21e siècle.....	17
1.3.5.1. Prédiction de l'évolution du climat	17
2. Le champ magnétique.....	20
2.1. Les lois de l'électromagnétisme	20
2.2. Le champ magnétique terrestre	21
2.2.1. Les caractéristiques du champ magnétique terrestre.....	21
2.2.2. Modélisation des pôles géomagnétiques.....	22
2.3. Étude de l'origine du champ magnétique terrestre.....	24
2.3.1. Les inversions de polarité.....	26
3. Généralités sur l'évolution.....	29
3.1. La Classification phylogénétique des vertébrés	29
3.2. Des amphibiens aux reptiles.....	29
3.2.1. Trois lignées de reptiles.....	29
3.3. Des reptiles aux mammifères	30
3.3.1. Adaptation comportementale et métabolique.....	30
3.3.2. Adaptations particulières anatomique et fonctionnelles	30
3.4. Évolution du système nerveux.....	31
3.5. Adaptation anatomique et physiologique au cours de l'évolution.....	32
4. Généralités sur le système nerveux	33

4.1.	Rappel Anatomique et histologique.....	34
4.1.1.	Le neurone	34
4.1.2.	Cellules gliales oligodendrocytes.....	34
4.1.3.	Architecture et rôle de la barrière hématoencéphalique	34
4.1.4.	Histologie du nerf périphérique	35
4.1.5.	Cytologie de la fibre nerveuse	37
4.2.	Mode de transport au niveau de l'axone	37
4.3.	Mécanisme de l'influx nerveux	38
4.4.	Le mécanisme de l'action saltatoire.....	38
4.5.	Mécanisme de la dégénérescence axonale et démyélinisation	39
4.6.	La supraconductivité.....	39
4.6.1.	Découverte et historique de la supraconductivité.....	39
4.6.2.	Explications du phénomène	41
4.6.3.	Les propriétés d'un supraconducteur.....	42
4.6.3.1.	L'effet Meissner	42
4.6.3.2.	La Théorie BCS (Bardeen, Cooper et Schrieffer)	42
4.6.3.3.	L'effet Josephson	43
4.6.3.4.	La température critique d'un supraconducteur	44
4.6.3.5.	Les différents types de supraconducteurs	45
4.6.3.6.	Les applications de la supraconductivité, réalisations et projets.....	45
4.6.3.6.1.	Transport du courant	46
4.6.3.6.2.	Supraconductivité et lévitation	47
CHAPITRE II.....		49
1.	Contexte & Objectifs	49
2.	Matériaux et méthodes.....	52
2.1.	Sources de données et méthodologie	52
2.2.	Analyses statistiques	52
3.	Résultats.....	53
3.1.	Etude de l'évolution de la température de la ville de New York durant 100 ans « 1916-2016 ».....	53
3.2.	Analyse de l'évolution du champ magnétique de la ville de New York pendant 100 ans « 1916-2016 ».....	53
3.3.	Corrélation entre le champ magnétique et la température ambiante.....	54
3.4.	Étude des coefficients des corrélations entre la température ambiante et LeChamp Magnétique	55
3.4.1.	L'équation aurore	55
4.	Discussion.....	56
5.	Conclusion	58
CHAPITRE III:.....		60
1.	Contexte & Objectifs	60
Matériel et méthode.....		61
2.	Le model biologique.....	61
3.	Le protocole Expérimental.....	61
3.1.	La technique des quatre points	61
3.2.	Etude histologique sur le nerf sciatique	62
3.2.1.	Préparation des tissus	62
3.2.2.	Déshydratation et éclaircissement.....	63
3.2.3.	Inclusion	64
3.2.4.	Coloration tinctoriale à l'hématoxyline éosine (HE)	66
3.2.5.	Déparaffinage.....	66
3.2.6.	Réhydratation.....	66

3.2.7.	Coloration	66
3.2.8.	Déshydratation	66
3.3.	Interprétation des coupes histologiques	66
3.4.	Méthode de calcul des cellules de Schwann des nerfs sciatiques chez quatre espèces (Grenouille, caméléon, poussin et lapin)	67
3.5.	La pose des ligatures sur les nerfs sciatiques et le traitement avec le fer	67
4.	Résultats.....	68
4.1.	Évolution de la résistance électrique normalisée (R / R_a) du nerf sciatique enternes de température T (°K) chez les quatre espèces.....	68
4.2.	Sections histologiques.....	70
4.3.	Application de l'Equation Aurore	72
4.3.1.	Application de l'Equation Aurore Grenouille.....	72
4.3.2.	Application de l'Equation Aurore Caméléon	73
4.3.3.	Application de l'Equation Aurore Poussin	73
4.3.4.	Application de l'Equation Aurore Lapin	73
5.	Discussion.....	74
6.	Conclusion	76
	Discussion générale	77
	Conclusion générale.....	80
	Bibliographie	81
	ANNEXE	86

Introduction :

Les changements climatiques ont joué un rôle primordial dans l'histoire de la terre et l'évolution des espèces végétales et animales. L'alternance de l'équilibre –déséquilibre des facteurs climatique a conditionné l'évolution des espèces animales comme l'extinction des dinosaures. Ce système complexe d'ajustement du climat consiste en un ensemble de composantes variables en fonction du temps et des interactions dans les différentes sphères comme l'atmosphère, la biosphère et la lithosphère. Il est important de bien considérer le facteur rayonnement dans l'évolution du climat et en particulier le rayonnement solaire qui constitue la source d'énergie pour l'environnement proche de la terre. En plus, les rayonnements contribuent à la perturbation de l'équilibre énergétique de la terre qui est directement ou indirectement impliqué dans le contrôle du climat, comme la composition atmosphérique ou l'état de la surface terrestre. Actuellement plusieurs théories plaident en faveur de l'implication du champ magnétique terrestre et cosmique dans le contrôle de l'évolution du climat. Au cours du XIX^{ème} siècle, les technologies ont permis de générer une prospérité et une richesse. Malheureusement ce progrès technologique génère une pollution environnementale inculqué dans l'apparition des gaz à effet de serre. La démographie et les révolutions industrielles successives ont transformé en profondeur les sociétés et leurs économies. Historiquement, ces sociétés ont une économie agricole et artisanale et puis elles ont opté à un changement radical de leurs modes de production et de consommation. Ce déséquilibre géo-biochimique est directement impliqué dans l'augmentation de la température globale. En somme, les émissions de gaz à effet de serre ont directement impliqué dans le réchauffement du globe. Ce phénomène est très récent et ils ont a jamais été observé depuis 1400 ans (Collins et al ; 2013 ; Masson-Delmotte et al., 2013 ; Marcott et al., 2013). Par ailleurs la composition atmosphérique influence la circulation atmosphérique et océanique, le cycle hydrologique, le cycle saisonnier de la végétation ou encore le taux d'acidité des océans. Récemment, de plus en plus de laboratoire de recherche utilise la modélisation du système climatique pour la compréhension du climat passé et futur. En l'absence de l'adoption des mesures d'atténuation des gaz a effet de serre la température du globe suit une hausse non uniforme dans les différents continents. Des perturbations de la température vont jouer un rôle dans la fonte des glaciers continentaux et l'augmentation de la température et du niveau d'océan compromettant la vie des populations insulaire et littorale. (Collins et al., 2013) comme Venise (Italie) et Alexandrie (Egypte). L'usage des modèles numériques sont indispensables pour l'aide a la décision et le développement des stratégies d'atténuation et d'adaptation au champ climatique (Flato et al.,

2013). Indépendamment des stratégies d'atténuation, la hausse de la température du globe dépassera 1,5 C à la fin du XXI siècle (Collins et al., 2013). Le changement climatique contribuera à l'augmentation du niveau de la mer de 30-80 cm en comparaison avec les années 1986-2005 (Church et al., 2013). Les mêmes modèles indiquent l'apparition de plusieurs pics de température par rapport à la moyenne de la température de l'année 2012 (IPCC, 2012). L'adaptation est une composante liée au changement climatique qui engendre une transformation de l'organisation des sociétés (Pielke, 1998 ; Simonet, 2015) (O'Neill et Oppenheimer, 2004 ; Klein et al., 2014 (Smith et al., 2015). Les changements rapides perturbent les écosystèmes faute de période ou de phase d'adaptation (Spence et al. 2012 ; Jones et al. 2014, Settele et al. 2014).

L'évolution du système nerveux qui est un système connu par sa plasticité a été un facteur important dans l'adaptation des animaux à leur environnement (Barton and Harvey, 2000). La sélection naturelle sur la conduction nerveuse peut provoquer plusieurs changements structurels et fonctionnels en fonction des différentes contraintes : climatiques, magnétiques, hypoxiques, ...etc (Barton and Harvey, 2000). Au fur et à mesure que les animaux développaient des comportements plus sophistiqués et qu'ils étaient pressés d'envahir des environnements extrêmes, ils ont développé un comportement supraconducteur avec une translation visible depuis les poïkilothermes en direction des endothermes (Hartline and Colman, 2007 ; Abdelmelek et al, 2018). La température et le champ magnétique affectent la vitesse de conduction nerveuse (Hopf and Maurer, 1990 ; Abdelmelek et al ; 2018).

Des études antérieures indiquent que la vitesse de conduction est demeurée constante entre 283-285 K (9,85-11,85 °C) et 293 K (19,85°C) dans les axones géants de calmars (Rosenthal and Bezanilla, 2000), tandis qu'une autre étude chez les canetons montre un effet modulateur du froid sur les systèmes monoaminergiques (sérotoninergique et dopaminergique)(Abdelmelek et al., 2000).

De plus, les nerfs sciatiques isolés de grenouilles congelées à 265,5 K (-7,65°C) étaient réfractaires à la stimulation électrique, tandis que ceux obtenus à partir de grenouilles ayant survécu à une exposition à 270,5 K (-2,65°C) ou 268 K (-5,15°C) présentent généralement des caractéristiques normales de potentiels d'action composés (Costanzo et al., 2000). Des preuves indirectes suggèrent que le tunnelage électronique peut se produire à travers les jonctions entre microrégions dans les systèmes vivants (Costanzo et al., 2000). Pour le système nerveux des primates le fonctionnement représente 20% du budget énergétique du corps au repos, ce qui ne constitue pas un avantage au sens large. Un autre avantage est l'économie de l'espace pour obtenir la même amélioration de dix fois sur la vitesse de conduction par l'augmentation du

diamètre axonal. (Hartline and Colman, 2007). L'économie du temps, de l'espace et de l'énergie sont des principes directeurs en physiologie qui expliquent la majorité des processus neurobiologiques associés au développement du comportement supraconducteur. De nombreuses études portent sur la relation entre la structure de la matière vivante et les propriétés physiques des supraconducteurs (Del Giudice et al., 1973 ; Kasumov et al., 2001 ; Abdelmelek et al., 2002 ; Abdelmelek et al., 2003a ; Abdelmelek et al., 2018). La supraconductivité est la capacité de certains matériaux à conduire un courant électrique avec une résistance nulle (Etourneau, 1986 ; Mbainabeye et al., 2012).

Dans le cerveau, le fer est abondant et joue un rôle clé dans le processus de myélinisation (Crichton et al., 2011). C'est un cofacteur nécessaire dans de nombreux processus métaboliques du système nerveux central (SNC), y compris la synthèse de la myéline et pour un grand nombre d'enzymes, y compris un certain nombre d'enzymes clés de la biosynthèse des neurotransmetteurs (Beard et al., 1993 ; Thompson et al., 2001; Crichton, 2008; Levi and Taveggia, 2014). Les travaux de El Ferchichi et al (2011), montrent clairement l'influence des ondes électromagnétiques sur l'absorption de fer, l'induction de l'expression du récepteur de la transferrine, la régulation de la croissance cellulaire et de la prolifération pendant la régénération nerveuse (Ravich et al., 1991).

Cette thèse s'organise en trois chapitres, le premier correspond à une synthèse bibliographique. Le deuxième et troisième chapitre quant à eux représentent l'analyse des résultats obtenues dans cette étude :

- **Chapitre I** : une synthèse bibliographique introduisant ainsi le cadre scientifique de l'étude
- **Chapitre II** : la corrélation entre la température et le champ magnétique terrestre dans une zone géographique donnée New York (USA).
- **Chapitre III** : l'analyse de l'influence des changements climatiques et / ou des changements magnétiques sur l'évolution.

La dernière partie correspondra à la discussion générale et les perspectives.

Chapitre I

1. Le changement climatique

Le changement climatique englobe l'ensemble des variations enregistrées dans les conditions climatiques d'une région données au fil du temps, que ce soit par une augmentation de la température ou une diminution de celle-ci. Les origines de ces fluctuations peuvent être de nature naturelle ou être attribuées aux activités humaines, notamment dans les domaines de l'agriculture et de l'industrie. Certaines formes de pollution atmosphérique, telles que les particules microscopiques ou nanométriques, le dioxyde de carbone (CO₂), le monoxyde de carbone (CO), et d'autres émissions résultant des activités humaines, représentent une menace sérieuse en termes de perturbation notable du climat, en favorisant un réchauffement global: Le changement climatique pourrait avoir entraîné des conséquences importantes comme l'élévation du niveau des mers, l'accentuation des événements climatiques extrêmes (sécheresses, inondations, cyclones, ...). De plus, le changement climatique provoque la déstabilisation des forêts, la réduction des ressources naturelles (eau douce), des productions agricoles, et biologique (réduction de la biodiversité, influences sur les maladies vectorielles... etc.) OcCC (2007)

Des études scientifiques antérieures montrent le retrait des glaciers. Par satellites, on montre une réduction des glaciers, les remaniements des calottes glaciaires contribuent à l'augmentation du niveau des mers. L'élévation des températures entraîne une élévation du niveau de la mer due à la dilatation de l'eau, à la fonte des glaciers de montagne et à la fonte des calottes glaciaires. Les experts dans ce domaine estiment que ces trois processus contribuent chacun d'entre eux à hauteur d'environ un tiers ProClim - Forum for Climate and Global Change (2010).

Il est indéniable que les températures augmentent, et il existe une forte probabilité que cette augmentation soit liée à l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre.

ProClim - Forum for Climate and Global Change (2010). Robock A., Turco R.P. et al (1993). Il est intéressant de montrer que l'effet de serre est impliqué directement ou indirectement dans le processus du réchauffement planétaire. Robock A., Turco R.P. et al (1993)

1.1. Analyse des conditions météorologiques moyennes et extrêmes

Le climat correspond à une succession de conditions météorologiques, décrites par des paramètres météorologiques. Les principaux paramètres météorologiques sont la température, les précipitations, l'ensoleillement, le vent, la pression et l'humidité. Les conditions météorologiques pourraient être jugées comme extrêmes selon trois critères OcCC (2007)

Beniston M., Stephenson D.B et all (2007):

- Rareté : ce sont des conditions qui se produisent à une fréquence/rythme faible la rareté est décrite par des moyens statistiques.
- Intensité : Conditions caractérisées par des valeurs très faibles ou très élevées des paramètres météorologiques.
- Sévérité : Conditions qui se traduisent par de fortes pertes socio-économiques. La sévérité est un critère complexe car des impacts nuisibles peuvent se produire en absence d'une condition rare ou intense. (Exemple : glissement d'un terrain suite au dégel du sol).

Les valeurs sont spécifiques par rapport à un type de recherche effectué, aux conditions géographiques du site d'étude, à la perception du risque d'une société, à l'échelle spatiale considérée (locale jusqu'à mondiale), etc. La valeur limite peut aussi bien être une valeur concrète que l'on appelle seuil fixe (température supérieure à 30°C) ou décrite par sa distribution statistique que l'on appelle seuil variable (précipitation avec une intensité supérieure à 95% de toutes les intensités enregistrées) (Klein Tank and Können G.P.,2003) OcCC (2007). Le plus souvent, des indices sont utilisés pour décrire les conditions météorologiques extrêmes. L'organisation météorologique mondiale (WMO) a ainsi défini 27 indices par rapport aux températures et précipitations (TXx valeur mensuelle maximale des températures journalières maximales). WMO (2009)

L'augmentation de la valeur moyenne d'une distribution statistique d'un paramètre météorologique entraîne une augmentation des valeurs très élevées et une diminution des valeurs très basses. Néanmoins, la plupart des changements de paramètres météorologiques constatés montrent que non seulement la moyenne augmente, mais que la variabilité mesurée change également. Ceci a comme conséquence un changement des conditions extrêmes, qui sont caractérisées par les valeurs se situant aux extrémités d'une distribution (Fig. 1).Un changement de la distribution d'un paramètre météorologique (températures) peut entraîner des changements substantiels des conditions extrêmes supérieures, mais avoir peu d'influence sur les conditions extrêmes inférieures. Certains paramètres sont plus difficiles à analyser (précipitations) du fait de leur distribution non gaussienne.

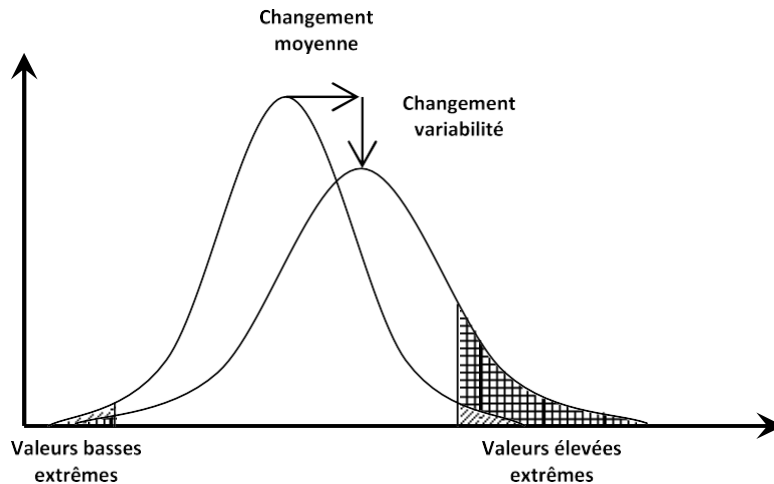


Figure 1: Changement de la moyenne et de la variabilité des paramètres météorologiques mesurés OCCC (2007)

1.2. Étude des changements observés du climat global

L'étude des changements historiques des paramètres météorologiques moyens et extrêmes observés dans le monde et leurs impacts globaux sur le changement climatique et sur l'environnement, les êtres humains et la société sont abordés.

Afin de décrire les changements du climat il est nécessaire de distinguer deux notions fondamentales :

- Période d'observation : c'est la période pendant laquelle des paramètres météorologiques sont analysés (heures, années, centaines de milliers d'années, etc.).
- Période de référence : Correspond à la période qui sert de référence à la comparaison avec la période d'observation. Quand on parle du changement climatique, trois périodes majeures sont employées : La période de l'ère préindustrielle correspond à une année spécifique et est habituellement située autour de 1850. Les périodes 1961 à 1990 et 1991 à 2000 sont souvent utilisées pour comparer des paramètres météorologiques mesurés par rapport à une période et non une date précise Jones P.D., New M et all (1999) IPCC (2007).

1.2.1. Évolution des températures

Les températures ont en effet montré des changements importants depuis l'ère préindustrielle, et ceci sur la totalité de la surface de la planète.

1.2.1.1. Températures moyennes

La température de surface globale moyenne a augmenté depuis l'ère préindustrielle (Figure. 2). Pendant le XX siècle, une hausse de $+0,6^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,2^{\circ}\text{C}$) a été constatée IPCC (2007). L'augmentation est plus marquée pour les dernières décennies, surtout depuis les années 1975. Si l'on considère la hausse de température pour la période 1955 à 2005, une hausse de $+0,13^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,03^{\circ}\text{C}$) par décennie est observée, ce qui correspond au double de l'augmentation moyenne pendant le XX siècle IPCC (2007).

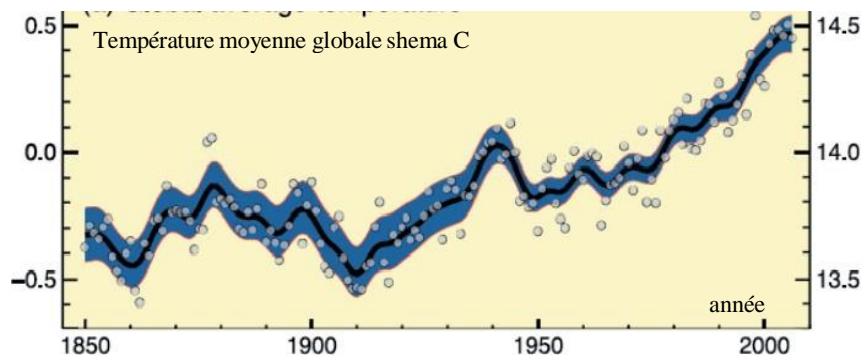


Figure 2: Hausse de la température de surface globale moyenne entre 1850 et 2005 par rapport à la période de référence 1961-1990 IPCC (2007).

Si l'on considère la période de 2000 à 2009, neuf années sur dix ont compté parmi les plus chaudes jamais enregistrées National Climatic Data Center (2011).

La hausse des températures n'est pas uniformément répartie dans le monde. En comparaison avec l'hémisphère nord, une augmentation plus tardive a en effet été observée dans l'hémisphère sud, probablement due à la capacité de stockage de chaleur des océans. Gay-Garcia C., Estrada F and Sánchez A. (2009).

L'augmentation générale des températures est constatée entre 1945-1976, mais les différentes périodes de hausse ou de baisse des températures ne sont pas forcément identiques. L'analyse des températures montre une baisse des températures pour la planète entière à l'exception de l'Australie et une partie de l'Asie, où la température continue à augmenter. Jones P.D., Moberg

A. (2003). En plus au XX siècle l'augmentation de la température a été plus marquée en hiver et au printemps pour l'hémisphère nord alors que pour l'hémisphère sud, la hausse a été assez constante sur toute l'année Jones P.D., Moberg A. (2003). Une augmentation des températures aussi bien pendant la nuit que pendant la journée a été observée. Si au début du

XX siècle, la température nocturne augmentait davantage que la température journalière (diminution du DTR – Diurnal Temperature Range), ces dernières décennies, les hausses sont sensiblement pareilles pour les deux périodes journalières (DTR constant). IPCC (2007).

La température de surface sur terre ferme a augmenté plus rapidement que la température des océans. Les études montrent une augmentation de $+0,27^{\circ}\text{C}$ par décennie sur terre ferme et $+0,13^{\circ}\text{C}$ sur océan entre 1981-1990 et 1991-2000. L'océan joue un rôle important d'absorbeur et de lieu de stockage de la chaleur. En effet, les températures de l'eau sont également en continuelle hausse dans les océans de la planète IPCC (2007).

1.2.1.2. Températures extrêmes

L'évolution des données de températures au cours du XX siècle indique globalement une augmentation du nombre de journées et de nuits chaudes. Alexander L.V., Zhang X., Peterson et al (2006) IPCC (2007).

En effet, les différentes saisons indiquent des tendances très similaires. Concernant la répartition géographique, certaines régions indiquent des tendances contradictoires par rapport à l'évolution globale. L'Europe compte parmi les régions les plus touchées concernant le changement climatique en fonction de l'altitude et l'emplacement géographique. (Fig. 3) Alexander L.V., Zhang X., Peterson et al (2006). Brown S.J., Caesar J., Ferro C.A.T. (2008).

Au cours du XX siècle nous observons en été, une augmentation de la fréquence d'apparition de canicules et en hiver, une diminution de la fréquence d'apparition de périodes froides. Alexander L.V., Zhang X., Peterson et al (2006) ; Frich P., Alexander L.V. et al (2002) Klein Tank and Können G.P.,(2003) .Globalement, les températures journalières minimales ont augmentées d'avantages que les températures journalières maximales. De même, les températures annuelles minimales ont présenté une hausse plus importante que les températures annuelles maximales. Alexander L.V., Zhang X., Peterson et al (2006) Brown S.J., Caesar J., Ferro C.A.T. (2008) Jones P.D., New M et al (1999)

Les changements asymétriques des extrêmes minimaux et maximaux, surtout observé en Europe indiquent un changement potentiel de la distribution statistique des mesures de températures. Brown S.J., Caesar J., Ferro C.A.T. (2008) Klein Tank and Können

G.P.,(2003).

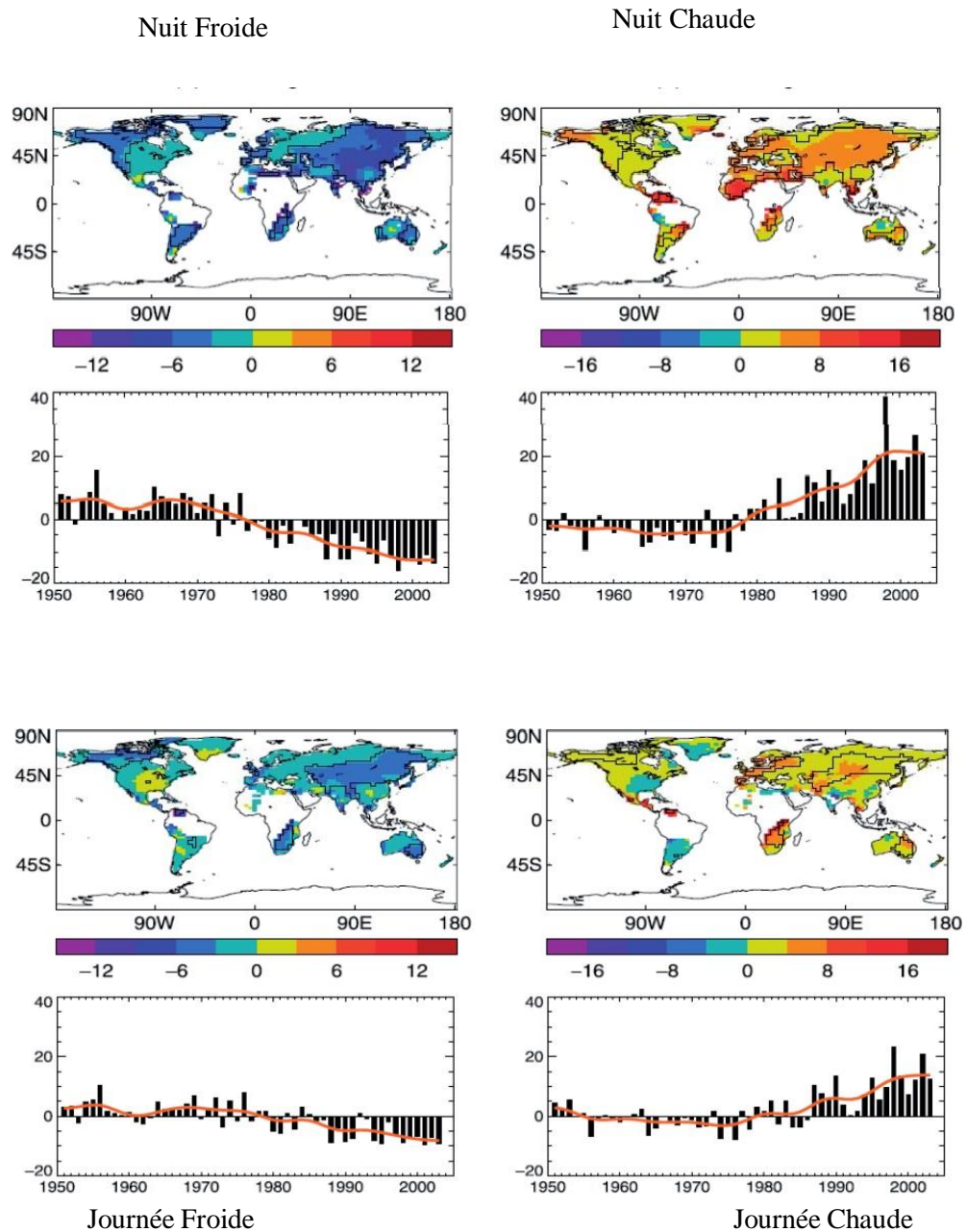


Figure 3: Evolution du nombre de journées/nuits chaudes/froides (seuils variables 10%/90%) par décennie entre 1950 et 2002 par rapport à la période de référence 1961-1990 Alexander L.V., Zhang X., Peterson et all (2006).

1.2.2. Évolution des Précipitations

Les changements des régimes et intensités de précipitations sont également mis en avance quand on parle de changement climatique. Les précipitations, sous forme de pluie ou de neige ont en effet montré des changements non négligeables depuis l'ère préindustrielle, mais d'une manière plus spécifique par rapport aux différentes régions de la planète.

1.2.2.1. Précipitations moyennes

Au cours du XX siècle, nous notons une augmentation des précipitations pour plusieurs régions (nord de l'Europe, centre et nord de l'Asie, est de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud), alors que les précipitations présentent une diminution dans le Sahel, la Méditerranée, le sud de l'Afrique et le sud de l'Asie (Figure.4). IPCC (2007) Klein Tank and Können G.P.,(2003) .

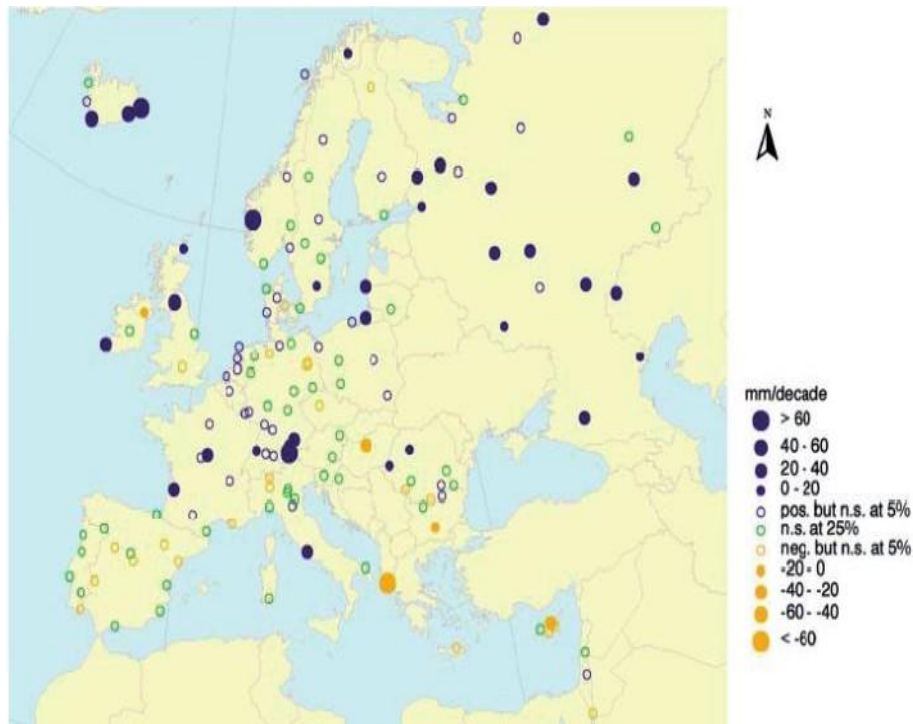


Figure 4: Evolution des précipitations annuelles par décennie entre 1946 et 1999 en Europe par rapport à la période de référence 1961-1990. Klein Tank and Können G.P.,(2003)

Les précipitations sont également fortement variables d'un point de vue spatial et temporel. L'analyse montre que les précipitations moyennes hivernales ont augmenté dans la plupart des régions atlantiques et du nord de l'Europe, et les tendances estivales sont plutôt à la diminution (Occc (2007) Alexander L.V., Zhang X et al (2006) Easterling D.R., Meehl G.A and al, (2000) Klein Tank and Können G.P.,(2003).

1.2.2.2. Précipitations extrêmes :

Jour de forte précipitation

Intensité quotidienne

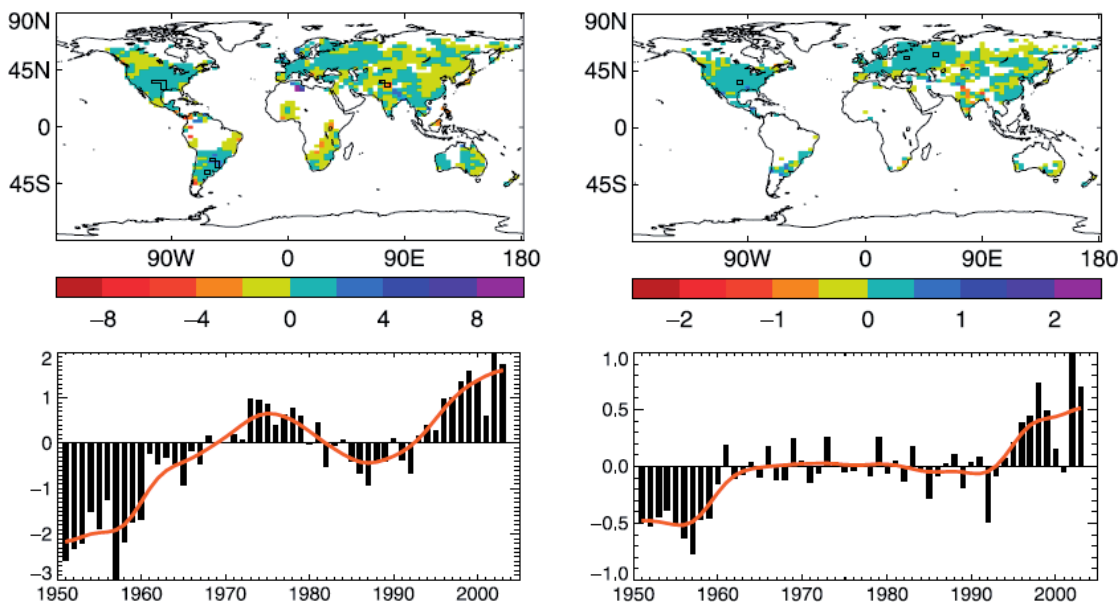


Figure 5: Evolution du nombre de journées à fortes précipitations (>10 mm) et de l'intensité journalière par décennie entre 1950 et 2002 par rapport à la période de référence 1961-1990
Alexander L.V., Zhang X., Peterson et all (2006)

Une augmentation des événements de fortes précipitations au cours du XX siècle. Alexander L.V., Zhang X., Peterson et all (2006) Les tendances mesurées partout dans le monde indiquent bien la forte variabilité des précipitations extrêmes d'une région à l'autre. Même au niveau continental, de fortes différences peuvent exister sur des distances assez courtes (moins de 500 km) Klein Tank and Können G.P.,(2003).

1.2.3. Autres paramètres météorologiques

La température et les précipitations (pluie, neige) sont les paramètres météorologiques les plus importants. Mais d'autres paramètres peuvent avoir un impact considérable sur la société et les être humains (vent, rayonnement solaire, etc.). Certaines conditions météorologiques spécifiques se composent également de plusieurs paramètres, telle que les orages (vent, pluie), le gel (température, précipitations), etc. OcCC(2007)

1.2.4. Impacts globaux du changement climatique

Les impacts dus au changement climatique sont dus au changement des conditions extrêmes Katz R.W., Brown B.G. (1992). Concernant les conditions extrêmes, nous citons quelques impacts :

- Écosystèmes : Montée du niveau de la mer COM (2007) IPCC (2007), changements des Régimes de fleuves en altitude COM (2007), apparition plus fréquente de feux de forêts dus à l'augmentation de périodes de sécheresse IPCC (2007), diminution des calottes glaciaires et glaciers IPCC (2007) OcCC (2009), intensification de l'acidification des océans due à l'augmentation de la concentration de CO₂ OcCC (2008) , disparition ou déplacement de nombreuses espèces animales et végétales OcCC (2008) etc.
- Santé Humaine : Apparition de maladies émergentes dans de nouvelles régions de la planète IPCC (2007) , accès plus difficile à l'eau potable COM(2007) , augmentation du risque de famines COM(2007) , etc.
- Économie : Impacts sur le secteur touristique en altitude et en régions côtières IPCC (2007)
- Impacts sur le secteur agricole COM (2007), prolongement des périodes de navigabilité dans les mers du nord et possibles nouvelles routes maritimes dans l'arctique Andrey J., Knapper C.(2003) Transportation Research Board (2008), plus grand risque que des plateformes pétrolières offshore soient touchées par des événements extrêmes. Transportation Research Board (2008) ,etc.

En même temps l'augmentation de la température des océans implique une expansion thermique de l'eau qui accélère d'avantage la montée du niveau de la mer. La montée observée a été d'environ 1.8 mm ($\pm 0,5$ mm) par an pour la période 1961 à 2003. Cette montée s'est encore accélérée depuis les années 1990 (3,1 mm ($\pm 0,7$ mm) pour la période 1993 à 2003) (Figure. 6). La montée n'est pas uniformément répartie dans le monde. En effet, il existe même certaines régions où le niveau de la mer a baissé ces dernières décennies. COM (2007) IPCC (2007).

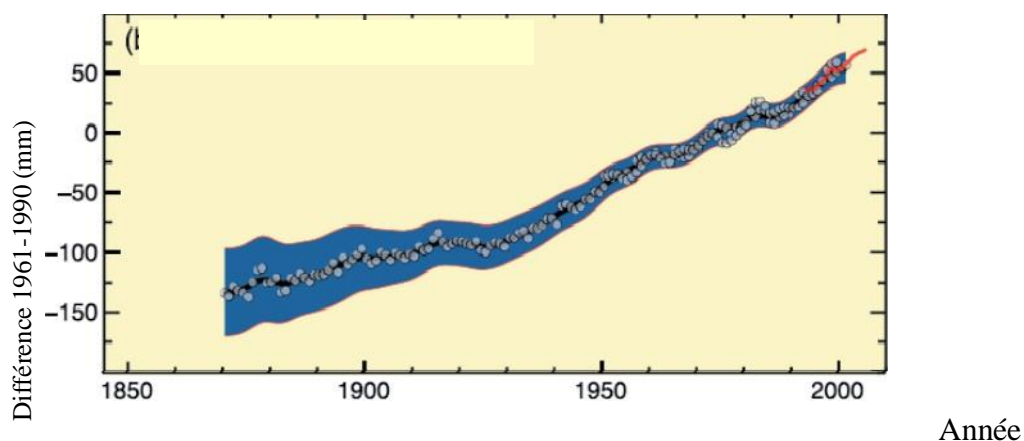


Figure 6: Niveau moyen de la mer entre 1870 et 2005 par rapport à la période de référence 1961-1990 IPCC (2007).

Depuis les années 1970, les coûts liés aux conditions extrêmes ont littéralement explosés (Fig. 6). Cette évolution des dommages n'est par contre pas uniquement due au changement climatique, mais aussi liée à des changements de la société avec l'augmentation démographique et la construction de bâtiments dans des zones moins sûres. OcCC (2007)

1.3. Évolution de la variation de la température durant la période de 2001-2009 :

En Angleterre, l'augmentation moyenne est de 0,6°C en un siècle densifiant de la présence d'un réchauffement global catastrophique. <http://co2thetruth.e-monsite.com/pages/francais/temperatures-moyennes-de-la-basse-atmosphere-du-globe-experimentalement-constatee.html>

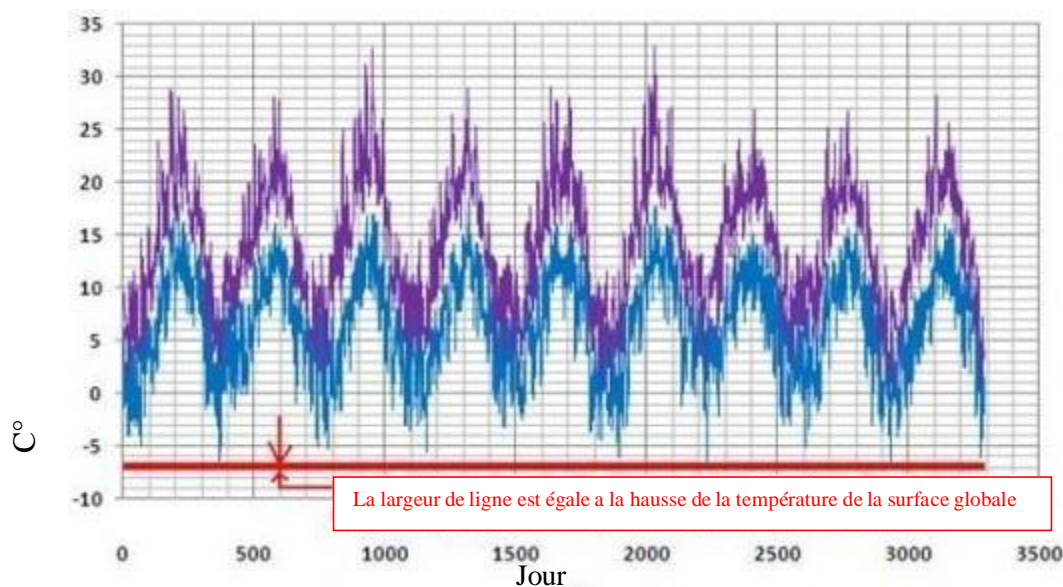


Figure 7: L'épaisseur du trait rouge correspond au "réchauffement climatique catastrophique" du 21 ème siècle en bleu et violet ce sont les variations des minimas et maximas de température pendant neuf années (2001 à 2009). (site web 1)

1.3.1. Variations des moyennes de températures atmosphériques sur Terre (65 millions d'années)

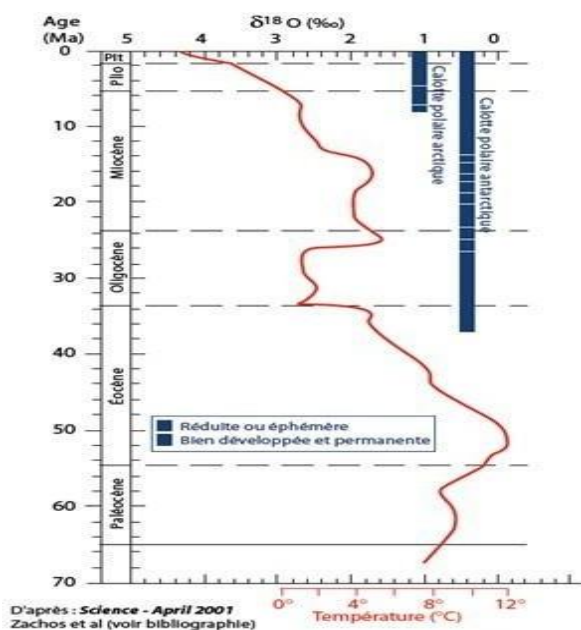


Figure 8: Le graphique montre sur 70 millions, des moyennes globales de plus de 12°C supérieures à celles d'aujourd'hui. (site web2).

Les variations des moyennes des températures de la basse atmosphère de la Terre ont connu naturellement des variations d'amplitudes bien supérieures à celles estimée à 0,7 °C au XX siècle, supérieures à 10°C comme le montre le graphique ci-dessus. (Zachos et al 2001)

1.3.2. Variations au cours des 25 000 dernières années :

L'étude de la variation de la température moyenne atmosphérique sur 25000 ans a été réalisée en utilisant la concentration en O¹⁸ dans les glaces du glacier de Nevado Huascarán dans les Andes Péruviennes.

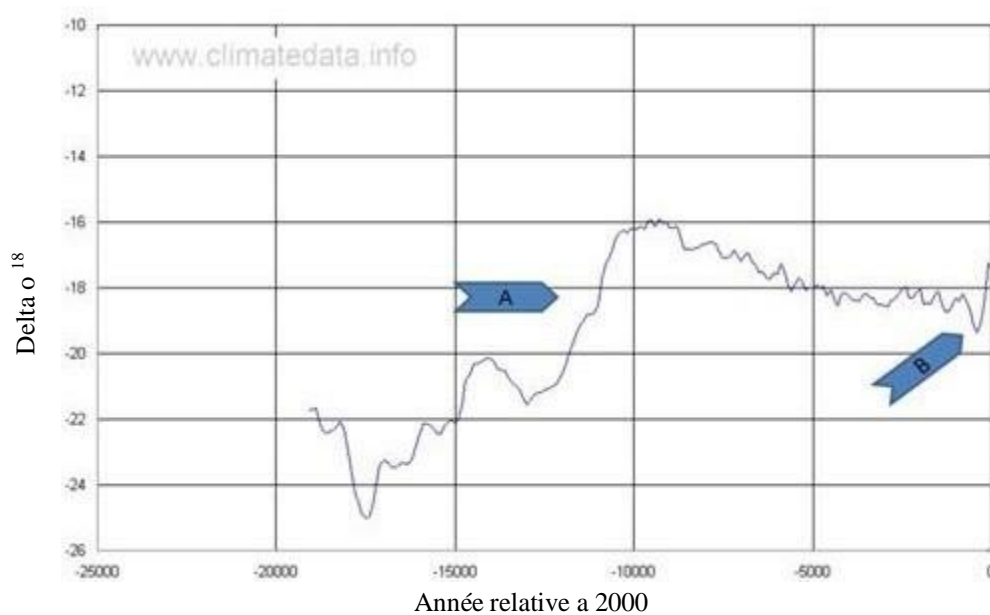


Figure 9: Evolution des teneurs en O18 d'un glacier de Nevado Huascarán (site web 3).

La figure 9 montre

1. Un réchauffement général et naturel (A) de l'atmosphère d'environ +8°C accompli dans la fin de la glaciation (Würm dans les Alpes).
2. Ce réchauffement a été suivi depuis 10000 ans d'un refroidissement naturel de +3°C environ.
3. Les 1000 dernières années (B) s'inscrivent dans une phase de réchauffement dont les causes naturelles ne sont pas discutables.

Il est important de mentionner que « réchauffement » climatique catastrophique des 30 dernières années est lié uniquement à l'activité humaine. Le réchauffement est d'avantage la conséquence d'un réchauffement naturel faisant suite à un refroidissement tout aussi naturel.

1.3.3. Variations au cours des 4000 dernières années :

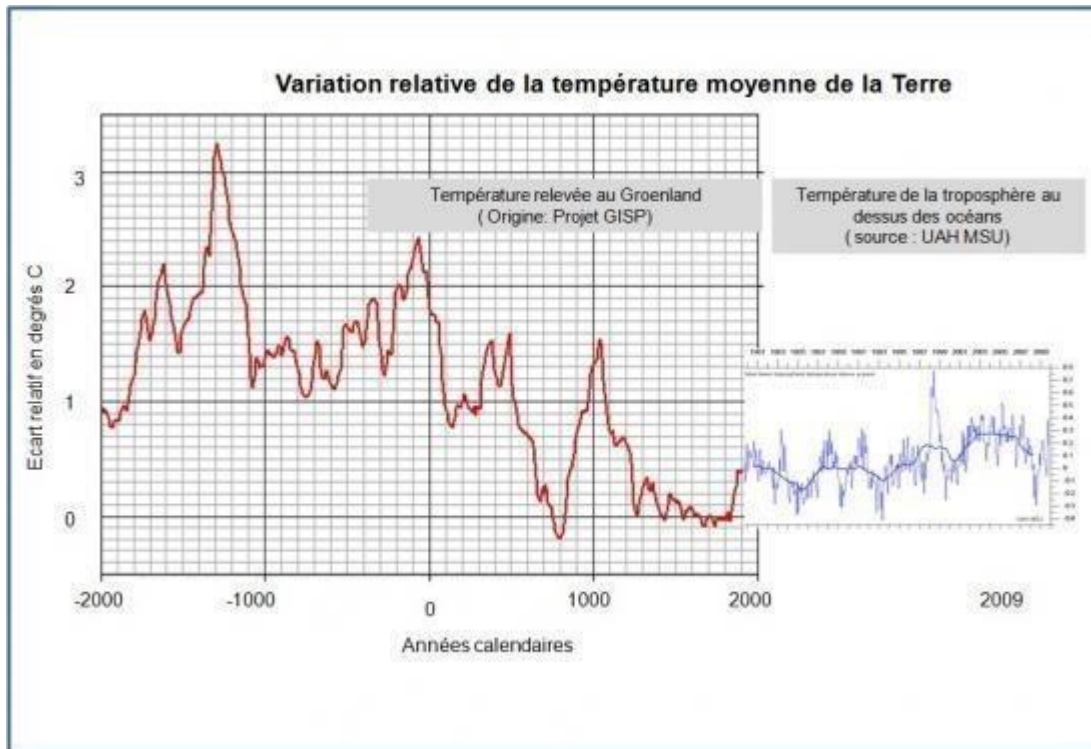


Figure 10: Amplitudes des variations de température au Groenland comparées aux variations globales récentes estimée (site web 4)

On remarque que les températures du XX siècle (en bleu) varient actuellement selon une amplitude bien plus faible que dans le passé. On note aussi que les températures des époques historiquement connues comme plus froides du Petit-âge glaciaire ainsi que des périodes connues historiquement plus chaudes comme l'optimum climatique du Moyen-âge sont bien traduites sur cette courbe de résultats observationnels. Voir ci-dessous.

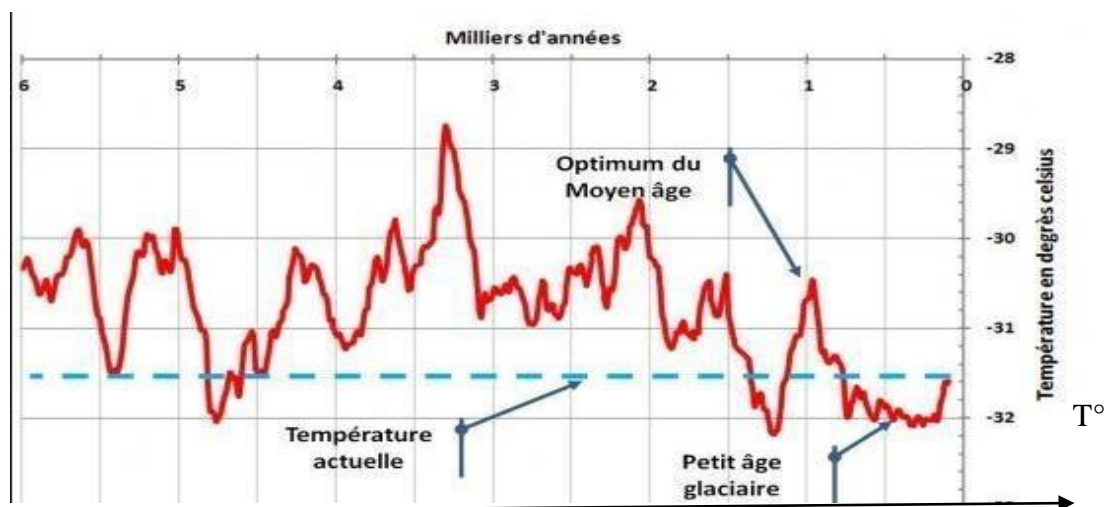


Figure 11: Variation de la température au centre du Groenland depuis 6000 années (site web5)

L'évolution des climats des XXI et XX siècles correspond bien à la "sortie" du petit âge

glaciaire des XVII et XVIII siècles. Depuis 6000 ans, si on excepte les températures basses du "récent " petit âge glaciaire et celles du minimum centré sur l'année 800, les températures moyennes on été plutôt supérieures à celle d'aujourd'hui, jusqu'à +2°C (Alley, 2004)

1.3.4. Les températures moyennes récentes de la planète :

Les températures moyennes de la planète sont fournies par les principaux organismes météorologiques mondiaux :

- Goddard Institute for Space Studies (GISS)
- National Climate Data Center (NCDC)
- Climate Research Unit- East Anglia (CRU)
- University of Alabama-Huntsville (UAH)

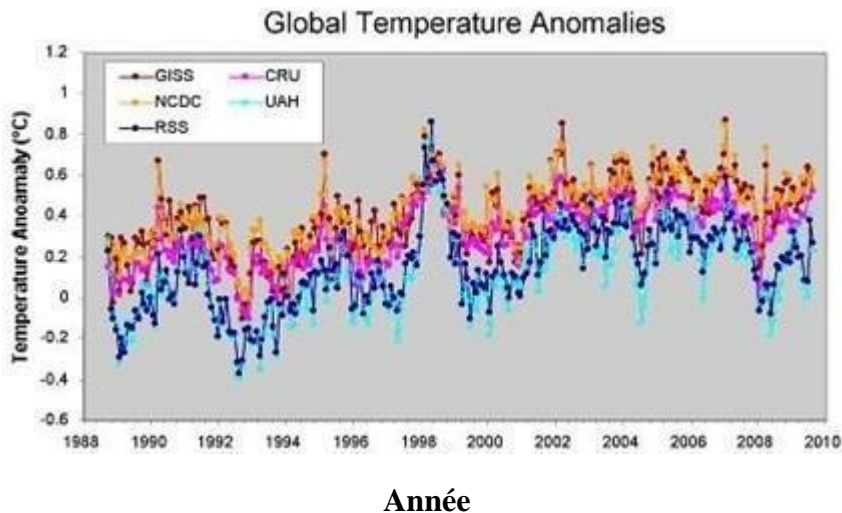


Figure 12: Relevés de températures moyennes fournis par les organismes météorologiques mondiaux. Graphique réalisé par Chip Knappenberger à partir de données satellitaires traitées puis, fournies par ces organismes de météorologie. (site web 6).

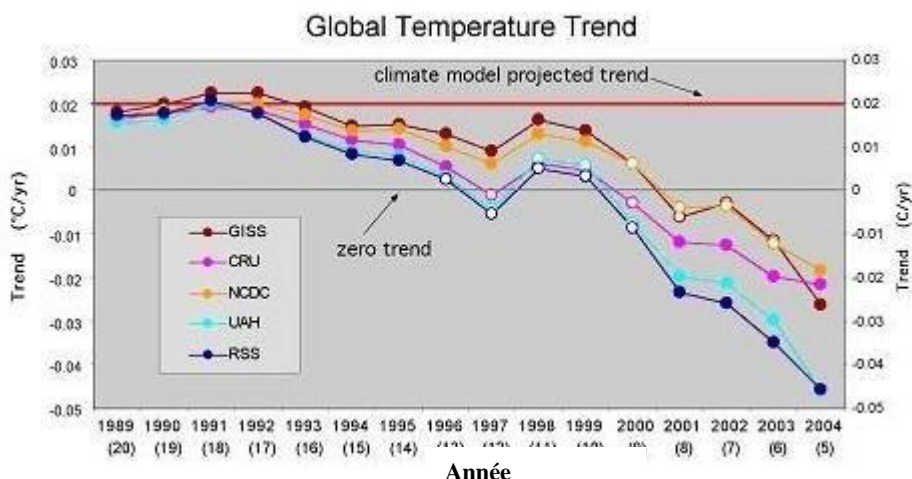


Figure 13: La tendance de la température globale entre 1989-2004. (site web 7).

De ces courbes on déduit facilement que le « réchauffement » ralentit depuis 1993 et que la tendance est au refroidissement depuis 2001.

1.3.5. L'évolution du climat au cours du 21e siècle

1.3.5.1. Prédiction de l'évolution du climat :

L'évolution du climat d'ici la fin du XXI^e siècle, va évoluer dans le sens d'un réchauffement (IPCC, 2007). Cependant, les experts s'accordent sur une hausse moyenne de la température globale, comprise entre +1,1 et +6,4°C (Figure 14).

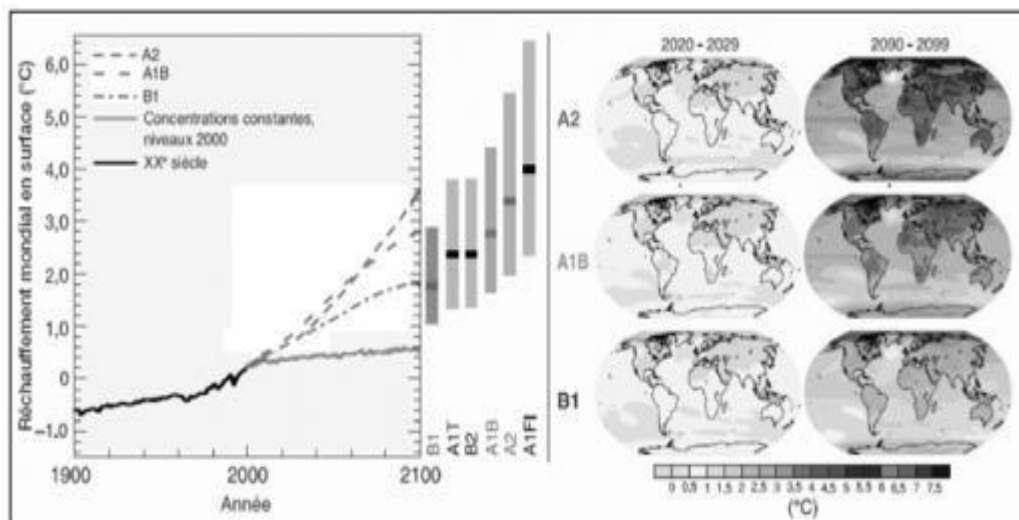


Figure 14: Projections relatives au réchauffement à la surface du globe selon différents modèles. (site web 8)

De ce point de vue, il faut chercher l'explication des approches climatologiques classiques comme des scénarios démographiques, économiques, géopolitiques... En effet, il est désormais reconnu que les modifications à venir du climat sont dues aux concentrations de gaz à effet de serre, liées à des activités humaines industrielles. Elles sont intégrées dans les modèles sous le

nom de « scénarios d'émission », sachant que plusieurs cas de figure sont envisagés dans l'éventualité de prendre des mesures draconiennes et de passer à des énergies « propres ».

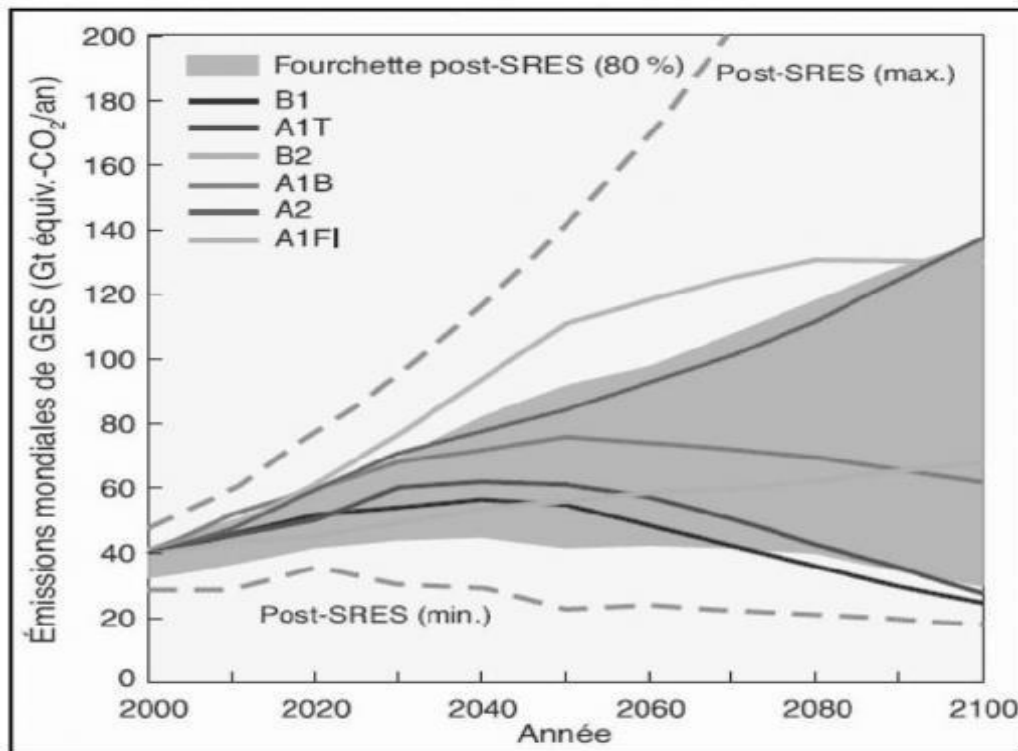


Figure 15: Scénarios d'émissions de gaz à effet de serre pour la période 2000-2100 en l'absence de politiques climatiques additionnelles (site web 9).

Le changement climatique ne concernera pas uniquement les températures, mais également tous les autres paramètres climatiques. Ainsi on peut établir des prévisions concernant l'évolution des précipitations. Cependant, il semblerait d'après ces prévisions que les précipitations augmenteraient aux hautes latitudes, alors qu'elles diminueraient dans la plupart des régions continentales subtropicales et de moyenne latitude, et ce d'environ 20 % d'ici 2100 (Figure 15). Ces projections vont dans le sens de la plupart des tendances observées jusqu'à présent (IPCC,

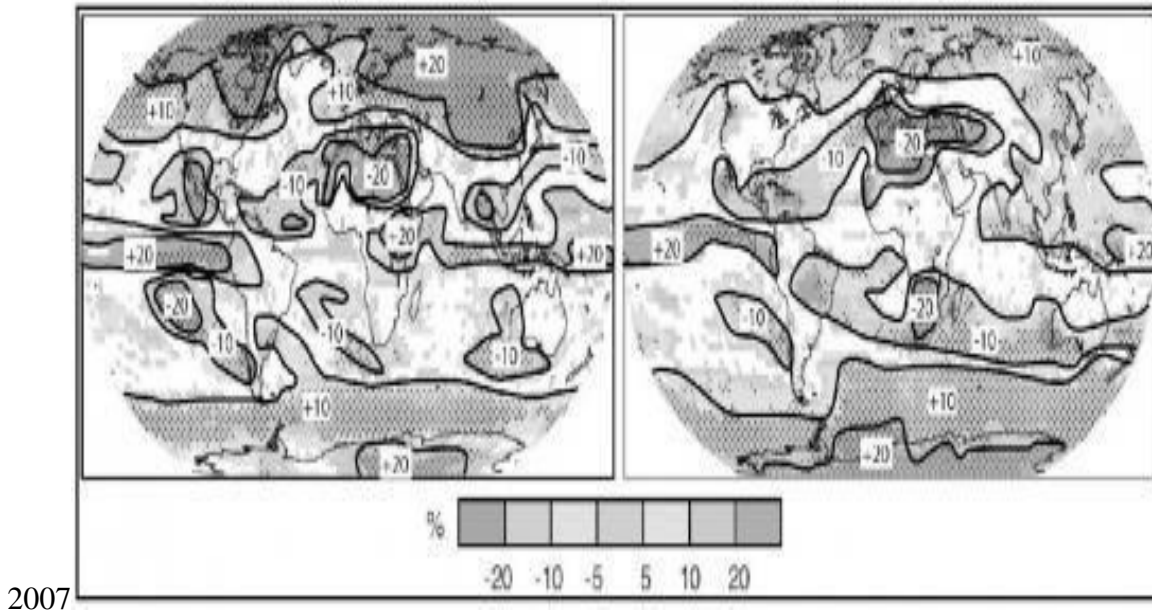


Figure 16: Projections des variations des quantités de précipitations selon différents modèles pour la période 2090-2099 par rapport à la période 1980-1999, pour les périodes de décembre à février (à gauche) et de juin à août (à droite) (site web 10).

La température et les pluies sont les deux paramètres climatiques les mieux étudiés. Notons toutefois que les évolutions de tous les paramètres climatiques sont soumises à la résolution spatiale des modèles de prévision, qui étaient d'abord à échelle globale. Les échelles de résolution se sont peu à peu affinées, mais certains phénomènes, notamment ceux d'échelle fine, ne pourront pas faire l'objet de prédictions correctes tant que des modèles à forte résolution spatiale ne seront pas efficaces. La résolution spatiale des modèles est donc un critère essentiel dans la meilleure connaissance des changements climatiques.

Ces changements affecteront également, outre les moyennes des paramètres climatiques précédemment cités, tous les événements climatiques dits extrêmes, dans le sens où il s'agit de phénomènes peu courants et / ou d'une grande violence. (IPCC 2007)

2. Le champ magnétique :

Un champ magnétique est un champ vectoriel (direction et intensité). L'expression visible du champ magnétique est indirecte à travers l'évaluation des déplacements des aiguilles aimantées sensibles au champ magnétique terrestre (Fig. 17). (Courtilot and Le Mouël, 2007 ; Jonkers, 2008).

2.1. Les lois de l'électromagnétisme

Les travaux dans le domaine de recherche physique depuis longtemps ont montré la relation entre le magnétisme et l'électricité, l'application d'un champ électrique provoque une déviation d'une aiguille aimantée.

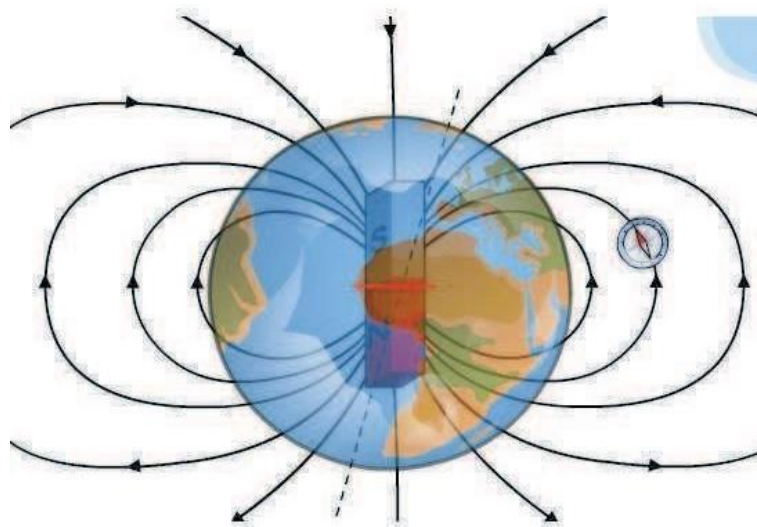


Figure 17: Lignes de champ magnétique terrestre

Les travaux de Michael Faraday (1791-1867) démontrent la variation de flux magnétique par un champ électrique. Un circuit conducteur engendre l'apparition d'un phénomène d'induction magnétique. (Maxwell 1865)

$$\begin{aligned}\nabla \cdot \mathbf{E} &= \frac{\rho_c}{\epsilon_0}, \\ \nabla \cdot \mathbf{B} &= 0, \\ \nabla \times \mathbf{E} &= -\frac{\partial \mathbf{J}}{\partial t}, \\ \nabla \times \mathbf{B} &= \mu_0 \mathbf{J}.\end{aligned}$$

B : l'induction magnétique, en Tesla ($T = V \cdot s \cdot m^{-2}$).

E : le champ électrique en V/m .

J : la densité de courant en $A \cdot m^{-2}$.

ρ correspond à la charge électrique totale ($C \cdot m^{-3}$).

ϵ_0 : la permittivité du vide ($8.85 \cdot 10^{-12} F \cdot m^{-1}$).

μ_0 : la perméabilité du vide ($4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H.m}^{-1}$).

Dans un milieu non conducteur (atmosphère neutre) le courant électrique ne circule pas $J = 0$.
Le champ magnétique terrestre satisfait l'ensemble de ces équations et est considéré comme un champ potentiel entre la surface du noyau et l'ionosphère. Comment à partir de ces lois et des observations peut-on caractériser le champ magnétique terrestre ?

2.2. Le champ magnétique terrestre

La terre est un système complexe qui génère à travers son magma un champ magnétique appelé champ magnétique terrestre qui influence plusieurs composante comme l'atmosphère et la biosphère.

2.2.1. Les caractéristiques du champ magnétique terrestre

Le champ magnétique terrestre se caractérise par un vecteur ; une direction et une intensité pour l'analyse du champ magnétique à la surface ou réalise une décomposition en coordonnées: X (azimuth), Y (co azimuth) , Z (inclinaison) ainsi que les angles D (déclinaison) et I (inclinaison)(figure 18). L'étude de déclinaison a commencé à partir du XVI^e par l'utilisation des boussoles dans la navigation en revanche l'usage de l'inclinéant a commencé au début du XIX siècle .(Backus et al., 1996).. (Backus et al., 1996)

Z

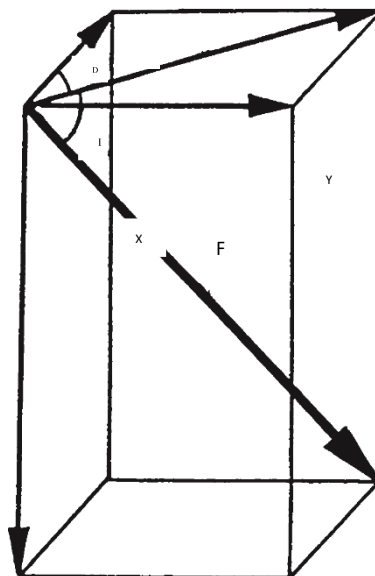


Figure 18: Schéma de composantes X et Y qui sont dirigées en direction du Nord géographique et

l'Est.

La composante principale est le champ magnétique d'origine interne largement utilisé dans les études géologique, géographique, climatologique. Néanmoins, la croûte et l'ionosphère sont également des sources non négligeables dont les contributions sont parfois difficiles à déterminer dans le signal enregistré à la surface du globe par les observatoires ou les satellites.

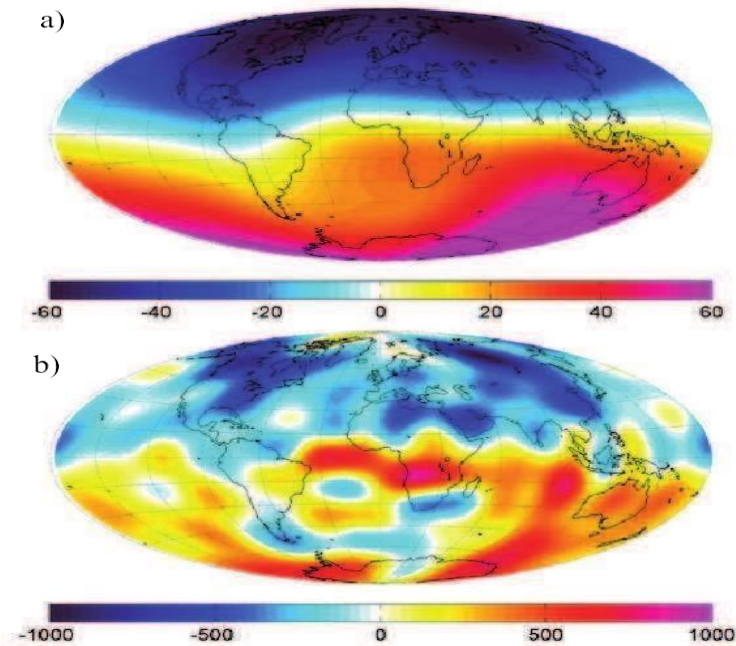


Figure 19: Champ magnétique terrestre a la surface de la terre .(Olsen et al., 2009).

2.2.2. Modélisation des pôle géomagnétiques

Le modèle fournit un champ magnétique terrestre dipolaire (deux pôles opposés).

Le modèle nous montre l'existence d'une relation étroite entre l'inclinaison du champ magnétique et la latitude magnétique d'un site.

Le dipôle magnétique terrestre n'est pas aligné avec l'axe de rotation de la terre.

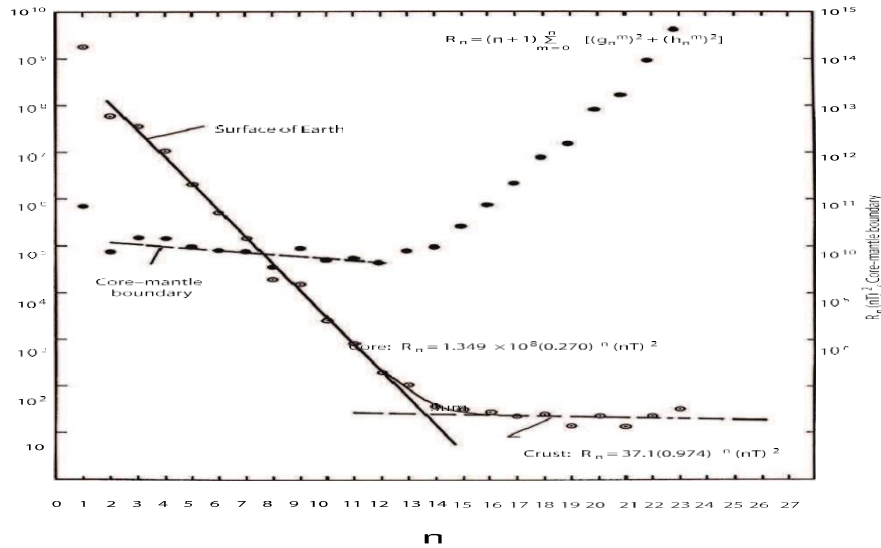


Figure 20: Le Spectre du champ magnétique à la surface de la Terre (Backus et al., 1996)

L'évaluation des mouvements des pôles géomagnétiques du globe en fonction du temps a été développé dans une discipline appelé paléomagnétisme. (Backus et al., 1996).(Fig 20,21)

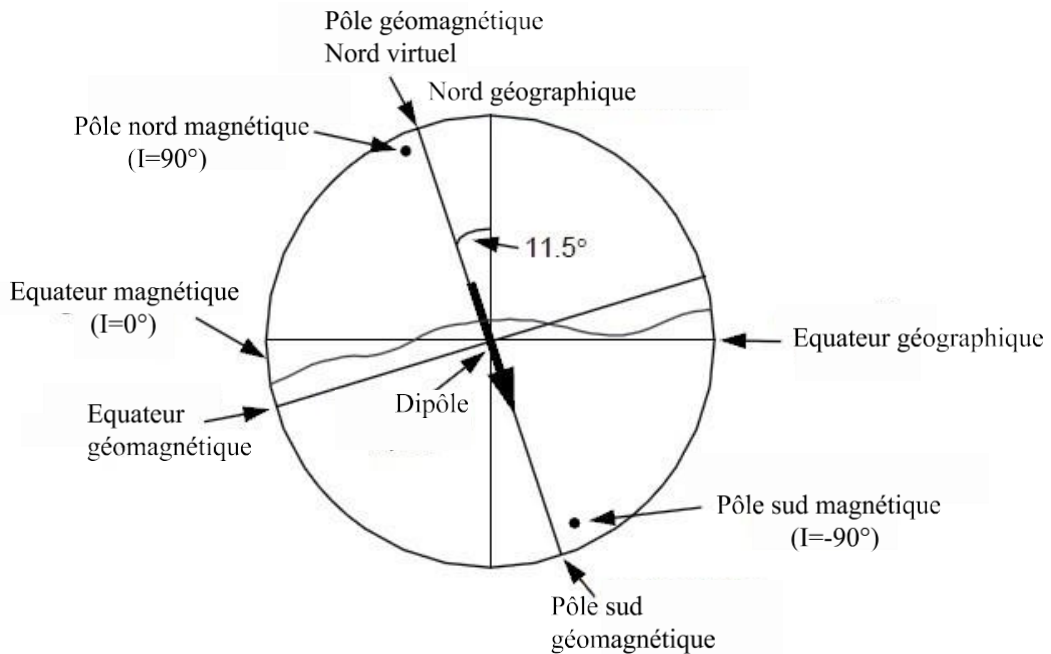


Figure 21: Modélisation du dipôle géocentrique incliné. (Backus et al., 1996).

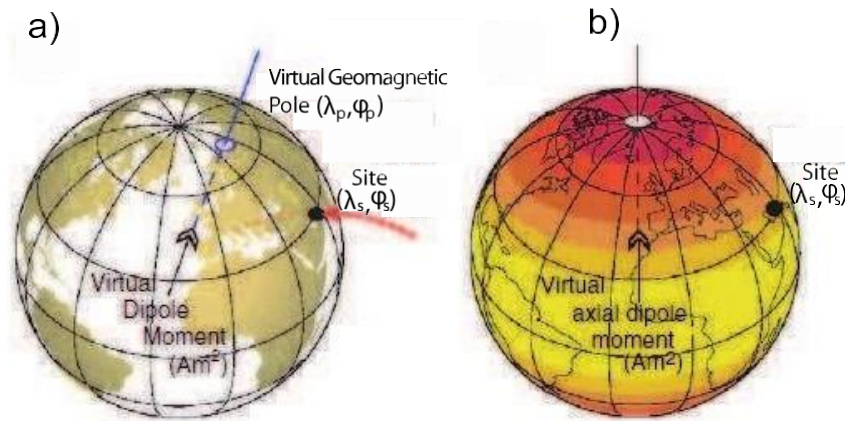


Figure 22: Présentation du mouvement virtuel magnétique. (Backus et al., 1996).

Le moment virtuel magnétique correspond au dipôle géocentrique qui explique le champ magnétique relevé en un site P de latitude λ_s et de longitude ϕ_s . (b) Le moment virtuel axial magnétique correspond au dipôle axial géocentrique qui donne lieu une intensité mesurée sur le site P. (Fig.22).

2.3. Etude de l'origine du champ magnétique terrestre

L'intensité du champ magnétique terrestre varie dans l'espace en fonction de la latitude et de la longitude, tout comme l'inclinaison et la déclinaison. Ainsi, il est pratique d'exprimer la valeur de l'intensité en termes de moment magnétique dipolaire m afin de s'affranchir de cette dépendance géographique.

Néanmoins, lorsque les données ne sont pas suffisantes pour développer un modèle de champ magnétique en harmoniques sphériques le moment dipolaire virtuel (MDV), par analogie aux PGV, est calculé en utilisant les mesures d'intensité du champ magnétique F. Magsat (1980), Oersted (1999), Champ et SAC-C (2000) SWARM (2012), (Olsen et al., 2000; Eymin and Hulot, 2005; Olsen et al., 2006, 2009) (Lesur et al., 2008, 2010).

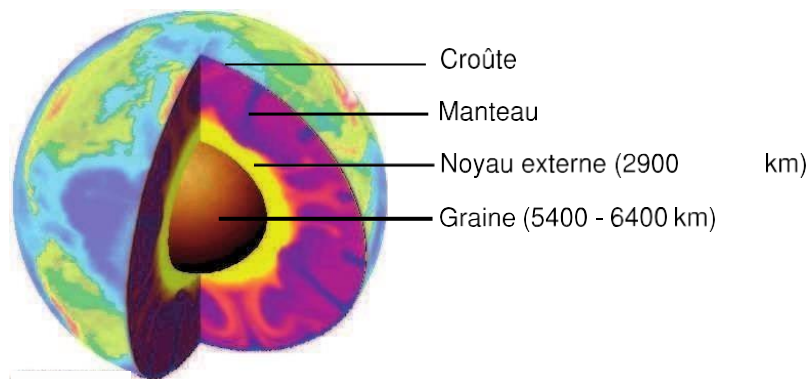


Figure 23: Schéma de la structure interne de la terre. Birch (1964)

Lehmann (1936) montre que la dynamique de l'écoulement au sein du noyau influence directement la dynamique du champ magnétique terrestre. En effet, les modèles numériques ont pu reproduire le phénomène de renversement de la polarité. (Wicht and Tilgner ,2010 (; Gailitis et al., 2001; Stieglitz and Müller, 2001, Bourgoin et al., 2002) .

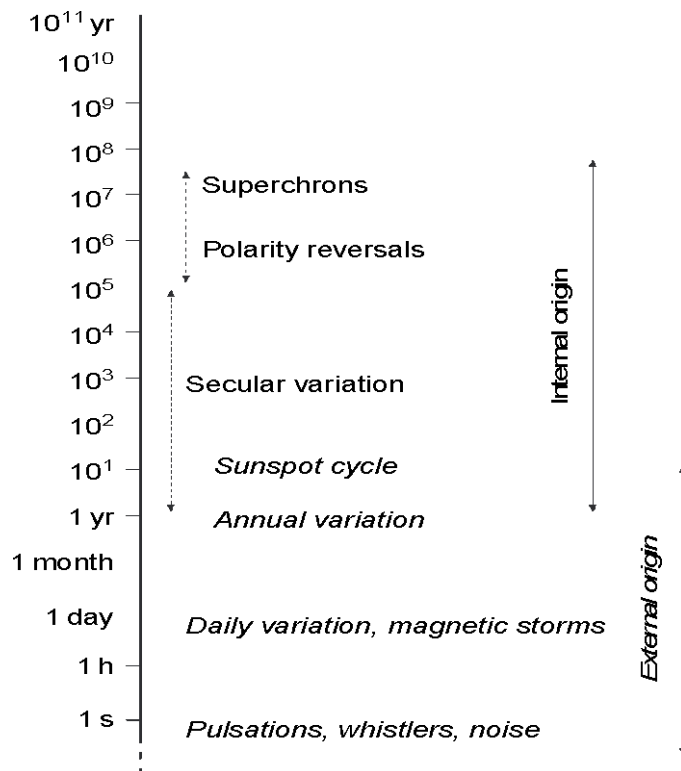


Figure 24: Variations temporelles du champ magnétique terrestre en fonction du temps. (Origine externe et interne) Turner et al. (2007).

La variation du champ magnétique terrestre (Jackson et al., 2000) en fonction du temps produit plusieurs phénomènes : (Fig. 24)., (e.g. Manda et al. (2010).

- Une forte accélération en fonction du temps.
- La dynamique du champ (arc magnétique et paléo magnétique).
- Le renversement des pôles magnétique terrestre.

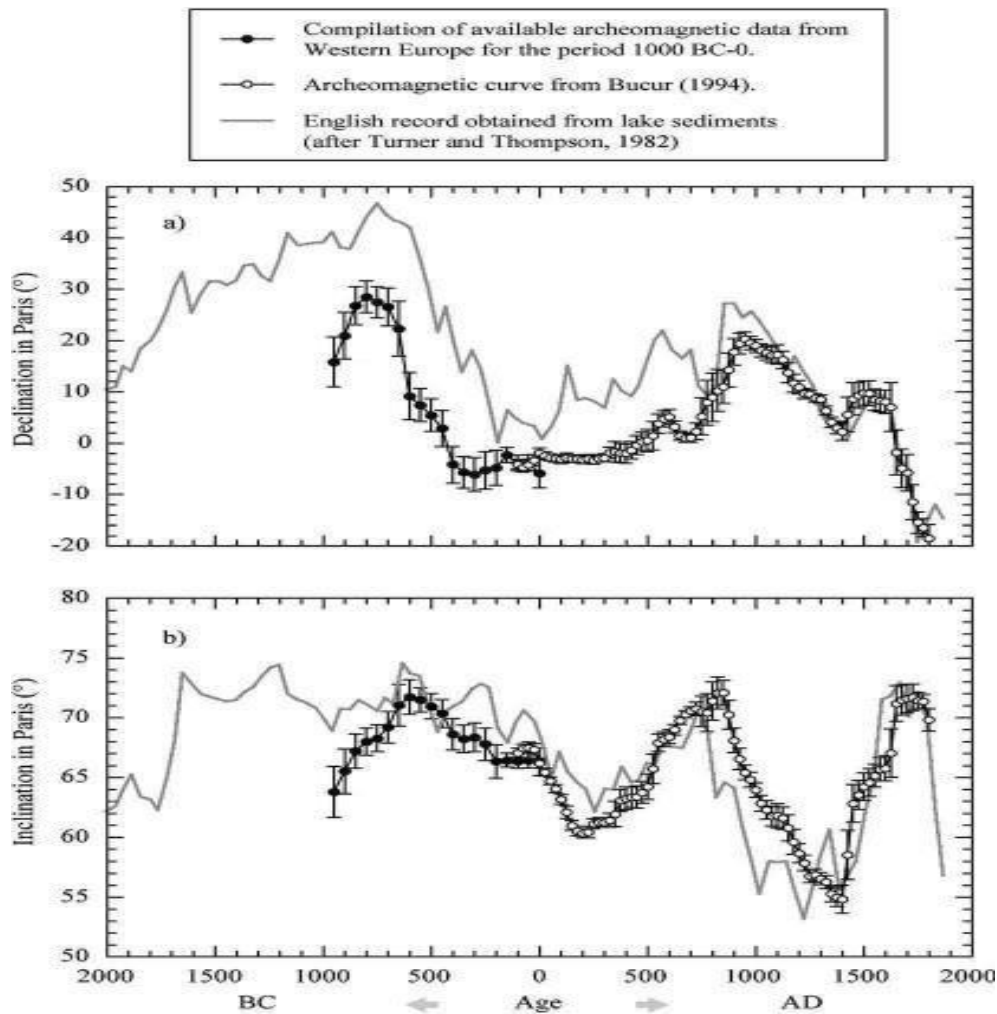


Figure 25 : Champ magnétique terrestre en fonction du temps à Paris. (Gallet et al., 2002).

2.3.1. Les inversions de polarité

Le champ magnétique terrestre comme nous l'avons vu, présente des fluctuations temporelles importantes. Mais ce n'est pas tout, un phénomène plus brutal et fascinant encore a été découvert : les inversions des polarités magnétiques. Brunhes (1906) fut le premier à mettre en évidence des roches portant une aimantation dite 'inverse', en opposition à la direction actuelle dite 'normale'. Ceci suggère qu'il existe des périodes de polarité normale ou inverse ce qui montre que le champ magnétique terrestre a la possibilité de se renverser complètement. En plus, Keith Runcorn a démontré que le champ magnétique s'est inversé de nombreuses fois au cours de l'histoire de la planète, découverte qui a permis de valider la théorie des plaques. Bonhommet and Babkine (1967) ont montré qu'il existe parfois des variations séculaires extrêmes, les excursions, considérées comme des inversions avortées. A un instant donné, le champ magnétique terrestre est dominé par la composante dipolaire à la surface de la Terre.

Ainsi qu'à la surface du noyau. Ceci est valable pendant les chrons, périodes stables durant lesquelles le champ magnétique terrestre est orienté Nord Sud (polarité normal) ou Sud Nord (polarité inverse). La durée d'un chron sur les derniers 80 Ma varie entre 100 000 ans et 1 000 000 d'années. La valeur moyenne sur les derniers 250 Ma est de 1.6 Ma (en excluant les superchrons) (Fig. 26). Il existe des périodes pour lesquelles les chrons sont très longs (superchrons), puisqu'ils peuvent atteindre plusieurs millions d'années, comme durant le Crétacé (Fig. 26).

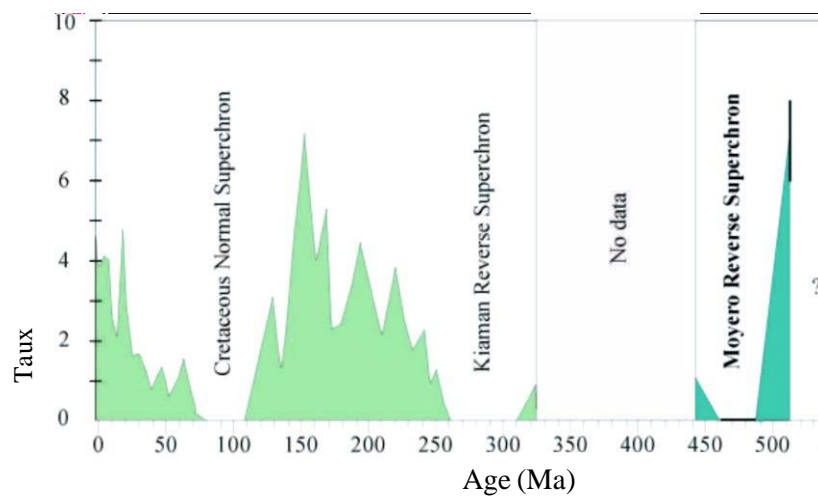


Figure 26: Etude de la fréquence des inversions du champ magnétique en fonction du temps. (Pavlov and Gallet, 2005)

Globalement la durée de l'inversion du champ magnétique est relativement courte 5000-7000 ans (Clement, 2004). Meynadier et al. (1994). L'allure au cours de la courbe du champ magnétique terrestre est formée de deux temps :

- Le premier temps : l'intensité du champ magnétique décroît lentement.
- Le deuxième temps : le champ augmente rapidement suite à l'inversion. Les inversions semblent présenter une même caractéristique : dans un premier temps, l'intensité du champ magnétique décroît lentement puis semble augmenter rapidement suite à l'inversion. Kok and Tauxe,(1996),(Hulot et al., 2002; Olson and Amit, 2006), (Gubbins and Bloxham, 1985). (Constable and Korte, 2006 (Hulot et al., 2010).

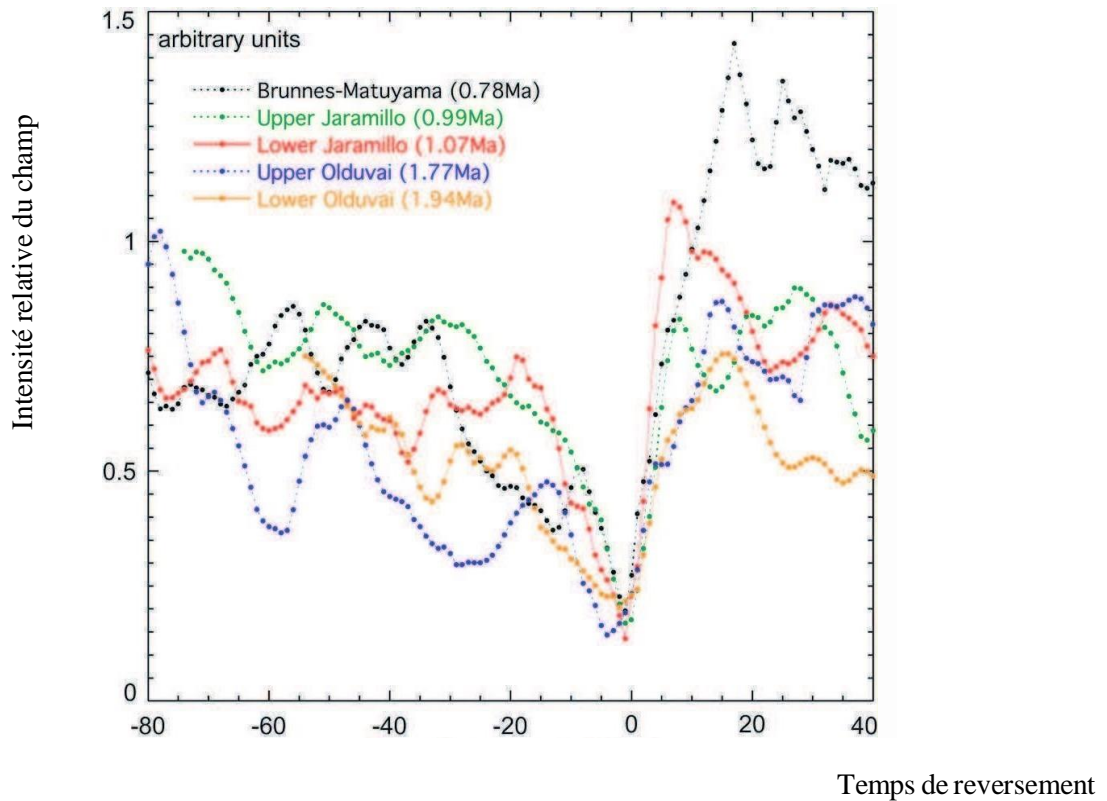


Figure 27: Renversement du champ magnétique terrestre en fonction du temps. d'après Valet et al. (2005).

Des études antérieures réalisées par plusieurs auteurs (Abdelmelek et al., 2003, Azzouz, 2018) montrent clairement l'influence du métabolisme énergétique des espèces animales poikilotherme ou endothermes sur le comportement supraconducteur du système nerveux (SN).

Le comportement supraconducteur du SN est tributaire de la fluctuation de la température (R/T) et de l'effet du CM. Il est intéressant d'étudier l'influence du CM sur l'évolution de la T_a ou T_s associées à un impact sur l'évolution des espèces animales.

3. Généralités sur l'évolution

Chaline (2006) définit l'évolution comme l'ensemble des modifications des êtres vivants au cours du temps. Ces modifications peuvent toucher tous les niveaux d'organisation du vivant jusqu'aux chromosomes et gènes. Elle explique la diversification de la vie, de ses premières formes à l'ensemble des êtres vivants actuels par une chaîne de ramifications buissonnantes.

3.1. La Classification phylogénétique des vertébrés

Cette classification regroupe les êtres vivants selon leurs liens de parenté, établis selon des critères comportementaux, anatomiques, et physiologiques. (Robert, 1964 ; Robert, 1982 ; Per and Andrew, 1994 ; Robert, 2001 ;).

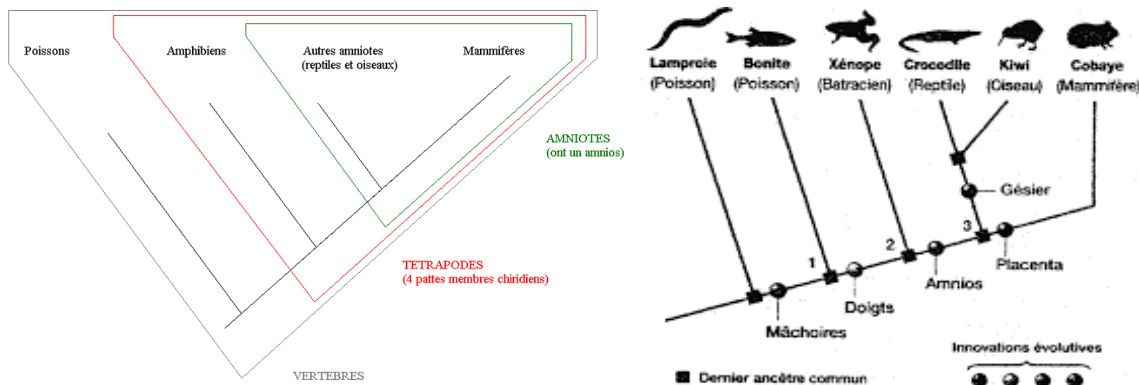


Figure 28: La classification phylogénétique des vertébrés. (Morin, 2006)

3.2. Des amphibiens aux reptiles

Au cours de l'évolution des premiers amphibiens, il y a 370 millions d'années, apparaît un second jeu de récepteurs olfactifs dans la voûte de la bouche (l'organe voméronasal ou organe de Jacobson). Cet organe est spécialisé dans la détection des phéromones. Plus tard, vers -300 millions d'années, les reptiles se démarquent en s'affranchissant complètement des milieux humides. Si les amphibiens devaient au moins trouver de l'eau pour se reproduire, les œufs des reptiles, eux, ont une coquille semi-perméable qui les empêche de se dessécher, ce qui permet à ces premiers reptiles – des prédateurs insectivores de 20 cm de long de conquérir de nouveaux milieux (Robert, 1964 ; Robert, 1982 ; Per and Andrew, 1994 ; Robert, 2001).

3.2.1. Trois lignées de reptiles

Les premiers reptiles, les anapsidés, qui donneront naissance aux tortues ; les diapsidés, qui deviendront les autres reptiles (crocodiles, lézards et serpents), y compris les dinosaures (et

donc les oiseaux); et les synapsidés, qui aboutiront finalement aux mammifères. Les synapsidés donnent naissance aux thérapsidés, un groupe qui contiendra des grands herbivores et des grands carnivores, et formera le groupe dominant sur la terre ferme (Robert, 1964 ; Robert, 1982).

3.3. Des reptiles aux mammifères

3.3.1. Adaptation comportementale et métabolique

Au cours de l'évolution existe deux stratégies d'adaptation métabolique : poïkilotherme et endotherme. Les poïkilothermes sont les animaux à température centrale (Tc) variable en fonction de la température de leurs environnements. Les endothermes sont les animaux à température centrale élevée et constante malgré les variations de la température ambiante.

Le métabolisme au repos des mammifères et des oiseaux est de 5 à 10 fois supérieur à celui de reptiles de taille égale : il leur faut donc 10 fois plus de nourriture. Pour obtenir autant d'énergie, il faut des changements de corps et de comportement, et donc de cerveau. (Robert, 1982 ; Robert and Casadevall, 2009).

Des données antérieurs (Robert and Casadevall, 2009) suggèrent également que la température élevée du corps des mammifères représentait un avantage puisqu'il leur confère une grande liberté de déplacement sur le globe et dans la lutte contre les parasites fongiques (mycoses). La grande majorité de ces parasites ne peuvent pas se développer dans des organismes à température élevée. Il est intéressant de noter que l'ornithorhynque, qui a une température basale de 32° seulement, est bien plus susceptible aux mycoses que les placentaires avec leur température plus élevée.

3.3.2. Adaptations particulières anatomique et fonctionnelles :

Les mammifères sont caractérisés par le fait qu'ils n'ont que deux jeux successifs de dents ; les dents peuvent ainsi s'ajuster les unes aux autres au cours du développement, garantissant une meilleure jonction, donc une meilleure mastication et une digestion plus rapide. En outre, des adaptations anatomiques permettent aux mammifères de détecter les hautes fréquences sonores, inaccessibles aux reptiles (chez les mammifères actuels, on trouve des espèces entendant des fréquences jusqu'à 100'000 Hz, alors que chez les non-mammifères l'ouïe cesse à 10'000 Hz). Cela leur est utile pour détecter les proies au bruit, mais aussi pour communiquer sans être repérés. Les adaptations anatomiques en question sont les suivantes : dans l'oreille interne, un muscle (stapedius) agit sur la chaîne des osselets et bloque les basses fréquences, ce qui permet à

l'oreille interne d'analyser les hautes fréquences. De plus, les mammifères sont seuls à posséder un second jeu de cellules ciliées (dites externes) le long de la membrane basilaire. Ces cellules changent de forme très rapidement, ce qui change les propriétés mécaniques du système par déflexion de la membrane basilaire, et permet aux cellules ciliées internes de mieux analyser les fréquences élevées (Crompton and Jenkins, 1973 ; Jon, 2013).

3.4. Évolution du système nerveux

Les espèces primitives (les reptiles) présentent des structures corticales beaucoup plus simples. Les reptiles du paléozoïque (les therapsidés) étaient diurnes ; les reptiles du mésozoïque (les dinosaures) ont repris leurs niches écologiques et les ont éliminés. Seuls les therapsidés en quelque sorte "aberrants" (nocturnes) ont survécu : les (futurs) mammifères. Chez les reptiles, une grande partie de l'analyse visuelle a lieu dans la rétine. Par ailleurs, passer aux sens non visuels (en particulier l'ouïe, mais aussi l'odorat) nécessitait de la machinerie neurale centrale additionnelle par rapport aux reptiles. L'information en provenance des différents systèmes sensoriels, très différente selon la modalité sensorielle évidemment, se réfère pourtant à des événements uniques, spécifiques, du monde réel, impliquant des objets situés dans l'espace et dans le temps. Il est nécessaire d'identifier, au travers des différents sens, les traits communs à ces événements. D'unifier la représentation indépendamment du canal sensoriel, d'où l'émergence de codes, et des structures qui les représentent. Ce nouveau cerveau crée donc une représentation complexe du monde réel (Robert, 1964 ; 1982 ; Jon, 2013).

On constate que le développement du cerveau est globalement semblable chez tous les vertébrés : En utilisant des marqueurs génétiques, on constate lors du développement l'existence de zones homologues entre les différents vertébrés, qui sont donc dérivées de zones présentes chez l'ancêtre commun: le cortex des mammifères (qui inclut le néocortex et l'hippocampe) est homologue au cortex dorsal des amphibiens et des reptiles (hippocampe inclus), et à l'hyper striatum des oiseaux (qui inclut le wulst); le septum, lié à l'hippocampe, est présent chez tous, de même que le striatum, qui joue un rôle dans le contrôle des muscles. Cependant, le cerveau a suivi un chemin évolutif différent chez les reptiles et donc chez les oiseaux, par rapport aux mammifères (Jon, 2013). Les travaux de Abdelmelek montrent que l'environnement (Cm, Ta) module les remants anatomique et fonctionnel du cerveau des espèces animales.

Cette évolution divergente des zones homologues est manifeste quand on compare les cerveaux du hibou et du singe de nuit, celui de l'oiseau montre une structure appelée « wulst » qui ne contient qu'une seule carte fortement organisée spatialement. Le wulst, au contraire du néocortex, ne contient pas de cellules pyramidales, seulement des cellules stellaires (c'est une

spécialisation des oiseaux .Les reptiles, dont ils sont issus, ont des neurones pyramidaux).

Etant donné que le néocortex des mammifères contient de nombreuses cartes adjacentes, il nécessite davantage de fibres connectrices (matière blanche) que le wulst en raison des connexions entre cartes. Dans le néocortex, le volume de la matière blanche (axones) croît comme la puissance 1.318 du volume de la matière grise (corps cellulaires), donc plus vite que la matière grise. Le câblage du néocortex des mammifères est coûteux. Les oiseaux sont descendants des dinosaures; en réalité, du point de vue de la systématique, les oiseaux sont des dinosaures théropodes, et le poulet est donc un cousin lointain du tyrannosaure .En termes d'encéphalisation, Archaeopteryx (une des formes intermédiaires entre dinosaures et oiseaux) avait un cerveau deux fois plus grand que si cela avait été un dinosaure, mais pas encore de wulst. Le wulst apparaît à la fin du Mésozoïque ou au début du Cénozoïque, il y a 60 millions d'années.L'encéphalisation actuelle des oiseaux est récente : elle date de seulement 20 millions d'années(Jon, 2013 ; Jon, 2017 ; Nomura and Hirata, 2017).

Le néocortex, qui comporte six couches de neurones, est unique aux mammifères, et était probablement présent déjà chez les premiers vrais mammifères. Cinq couches de neurones pyramidaux ayant des dendrites horizontales (basales) et des dendrites verticales (apicales) ont des terminaisons se trouvant dans la couche supérieure (couche 1). Chaque couche a des connexions spécifiques vers d'autres parties du cerveau. L'entrée vient des structures sous-corticales thalamiques et se fait de manière topographique vers la couche 4 (Jon, 2013 ; Jon, 2017 ; Nomura and Hirata, 2017).

La pression de la sélection a pu mener à la constitution d'une structure élaborée à partir de la structure corticale beaucoup plus simple des reptiles et c'est du peut-être à la nécessité de trouver plus de nourriture plus vite, en raison des contraintes énergétiques .les mammifères primitifs étaient homéothermes, dissipaient beaucoup de chaleur, et ne pouvaient stocker beaucoup de graisse. (Robert and Casadevall, 2009).

3.5. Adaptation anatomique et physiologique au cours de l'évolution

L'évolution des espèces animales a augmenté l'efficacité des systèmes nerveux des vertébrés : la myélinisation des axones. La myéline est sécrétée par les cellules oligodendriales qui s'enroulent autour des axones. Elle isole les axones, et réduit « le cross-talk » (interférence) entre axones voisins. De plus, elle augmente la vitesse et l'efficacité du signal axonal grâce aux nœuds de Ranvier, ces interruptions dans la gaine de myéline .Les potentiels d'action sautent de nœud en nœud (conduction saltatoire). Comme l'équilibre ionique ne doit être recréé qu'aux

nœuds, et pas tout le long de l'axone, l'axone myélinisé est beaucoup moins gourmand en énergie.

4. Généralités sur le système nerveux

Le système nerveux des vertébrés est une structure complexe et essentielle à de nombreuses fonctions physiologiques. Il contient deux composantes principales : le système nerveux central (SNC) et le système nerveux périphérique (SNP). (Aurélia, 2014). Le système nerveux des vertébrés est divisé en deux composantes majeures.

Le système nerveux central (Figure 29) joue, dans l'organisme, un rôle essentiel, autant dans le comportement conscient de l'individu que pour les processus inconscients. Il est constitué d'un réseau complexe de communications dont les influx règlent le fonctionnement des organes. Il permet l'intégration et le traitement des informations qui sont transportées par le SNP vers les organes. Le SNC est principalement formé de substance blanche et de substance grise. L'anatomie le décompose en trois parties : la moelle, le tronc cérébral et le cerveau (Blot, 1991).

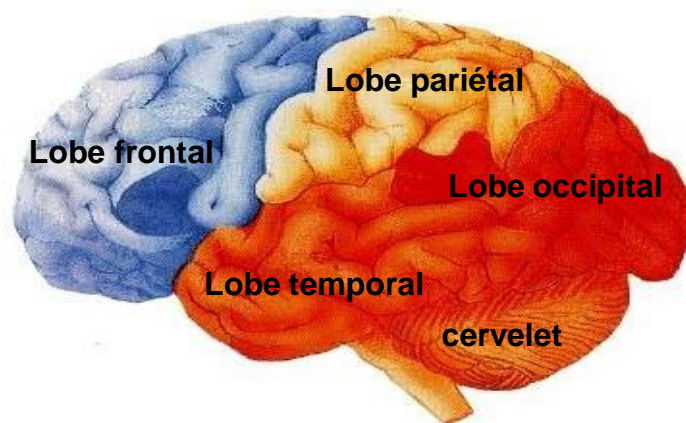


Figure 29: Le système nerveux central. (in Cyril, 1998).

Le SNP transmet les signaux nerveux entre les parties du corps et le SNC. Il est responsable de la communication entre les organes, les tissus, les muscles et le SNC. Les nerfs périphériques transportent les informations sensorielles des organes sensoriels (comme les yeux et les oreilles) vers le cerveau pour le traitement, et ils transmettent les commandes motrices du cerveau vers les muscles et les glandes pour provoquer des mouvements ou des réponses physiologiques.

Régulation des fonctions involontaires : Le SNP comprend le système nerveux autonome (SNA), qui contrôle les fonctions involontaires du corps, telles que la fréquence cardiaque, la

respiration, la digestion et la régulation de la pression artérielle.

Sensations et réflexes : Le SNP est responsable de la réception des informations sensorielles provenant de l'environnement extérieur et de la régulation des réflexes. Par exemple, lorsque vous touchez une surface chaude, les récepteurs de la peau envoient un signal via les nerfs ; périphériques au SNC.

4.1. Rappel Anatomique et histologique

4.1.1. Le neurone

1. Le corps cellulaire (soma) : Il contient le noyau et la majorité des organites cellulaires. C'est le centre de commande du neurone. C
2. Les dendrites : Ce sont de nombreuses extensions D
3. L'axone : C'est une longue fibre qui conduit l'influx nerveux loin Les neurones sont spécialisés dans la transmission rapide et précise des informations, ce qui permet au système nerveux de coordination (Riche, 2006).

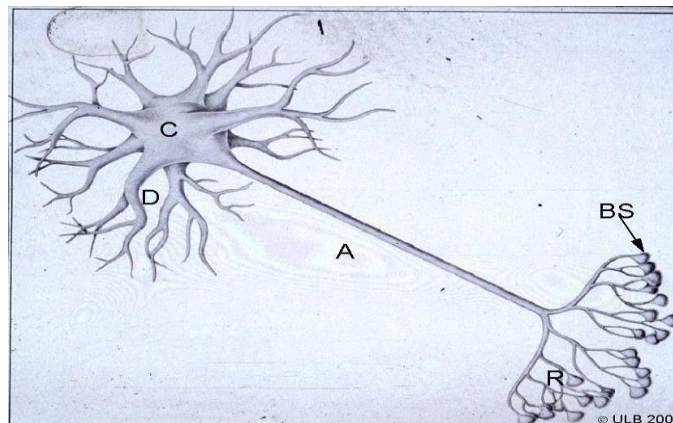


Figure 30: Structure générale d'un neurone. (in Riche, 2006)

4.1.2. Cellules gliales oligodendrocytes :

Elles sont présente dans la substance grise et la substance blanche. Les oligodendrocytes sont impliquées dans la myélinisation des fibres nerveuses. (Aurélia, 2014).

4.1.3. Architecture et rôle de la barrière hématoencéphalique

L'architecture de la barrière hématoencéphalique comporte des cellules endothéliales aplaties bas sur une membrane basale. Les cellules endothéliales forment la barrière hématoencéphalique sont interconnectés par des jonctions intercellulaire serrées. L'architecture externe montre que l'endothélium est revêtu par les pieds pré vasculaire des astrocytes.

La barrière hématoencéphalique et globalement le système nerveux contiennent des capillaires imperméables à des grosses molécules plasmiques. (Obermeier et al., 2013).

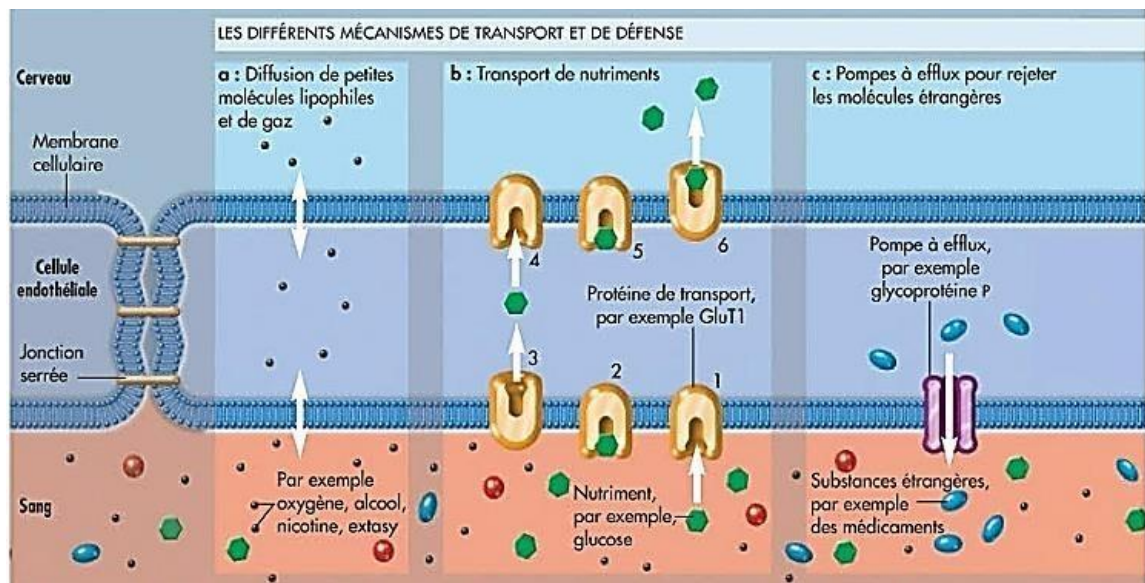


Figure 31: Schéma de la barrière hématoencéphalique. (Obermeier et al., 2013).

4.1.4. Histologie du nerf périphérique

Le système nerveux est formé par 10 paires de nerfs crâniens et 10 paires de nerfs spinaux. Ceci est schématisé dans la figure 32 (Riche, 2006).

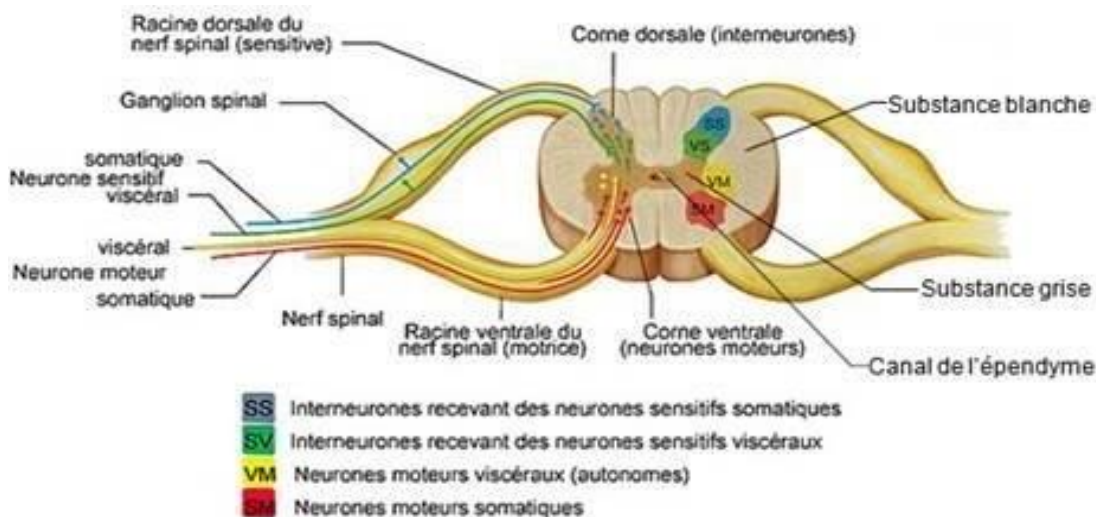


Figure 32: Schéma de la coupe transversale de la moelle épinière. (BLot, 1991).

Un nerf est formé par des fibres nerveuses appelées neurones constitués par des prolongements axoniques et des cellules de soutien. (Riche, 2006).

Sur le plan histologique des tissus nerveux périphériques on distingue 3 types d'enveloppes : (Figure 33) :

- L'endonèvre, en tant que composante du nerf
- Le périnèvre
- L'épinèvre

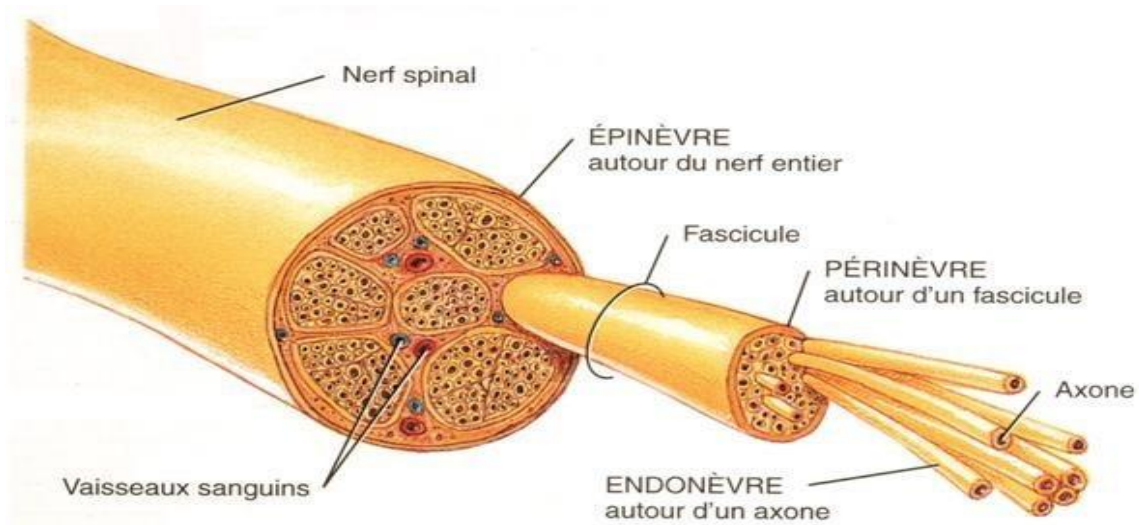


Figure 33: Les axones : myélinisés ou amyélinisés

Précédemment, nous avons vu que la division entre SNC et SNP se fondait, histologiquement, sur la nature des cellules satellites entourant les axones (oligodendrocytes ou cellules de Schwann). Au niveau du SNP il existe deux types de fibres nerveuses des fibres myélinisées, et des fibres non myélinisées (Figure 34) entourés par des cellules de Schwann. (Riche, 2006).

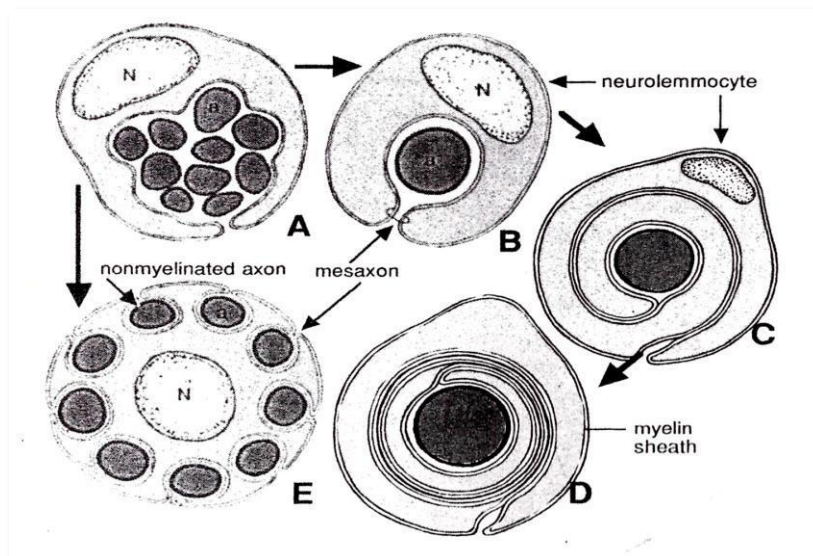


Figure 34: les fibres du système nerveux (Fuhrer, 1996):Légende : Fibre myélinisée (D) et non myélinisée (E)

Dans une fibre nerveuse les cellules de Schwann s'empilent en spirale autour des prolongements axoniques donnant naissance une gaine de myéline (Figure 35). (Riche, 2006).

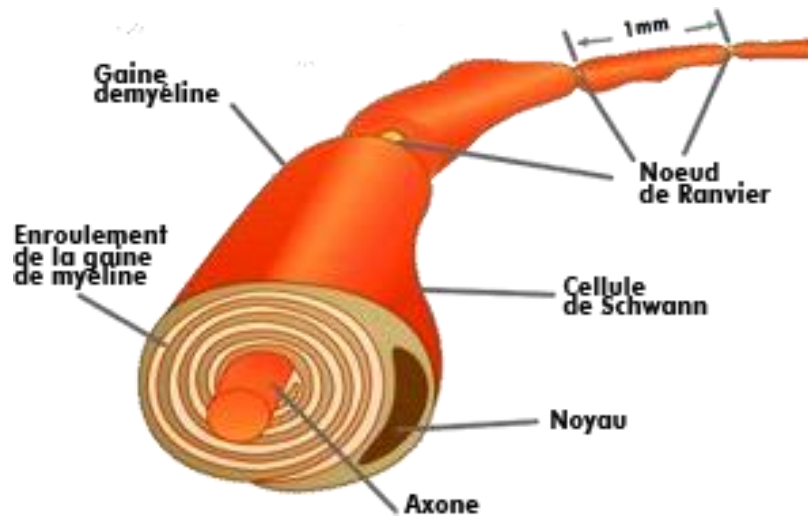


Figure 35: fibre nerveuse myélinisée (BLOT, 1991) (Summers et al., 1995).

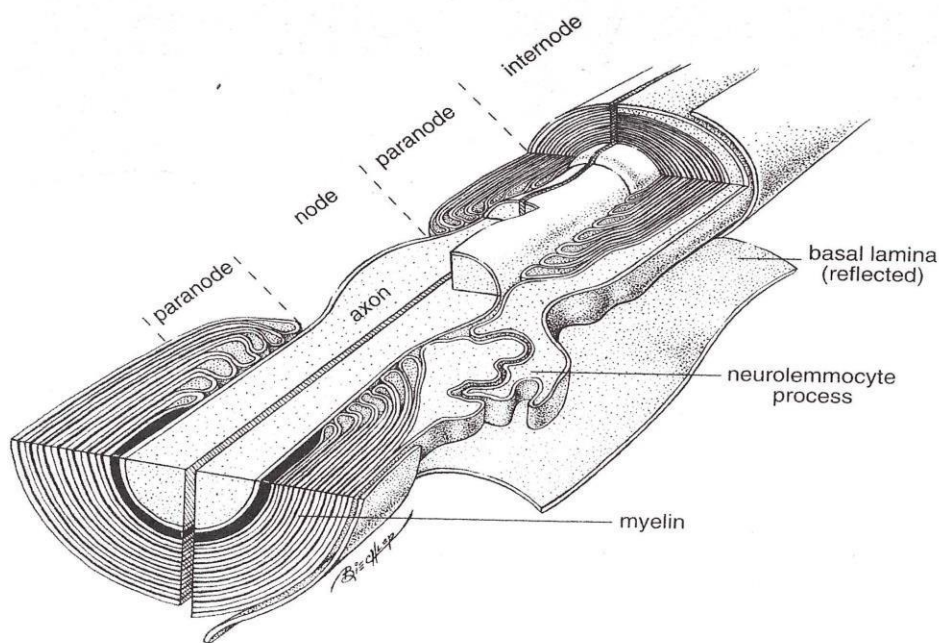


Figure 36: Gaine de myéline et du nœud de Ranvier. (Fuhrer, 1996).

4.1.5. Cytologie de la fibre nerveuse :

Au microscope électronique l'axone est formé par plusieurs neurofilaments et microtubules constituant le cytosquelette axonal. (Duncan, 1980).

Les microtubules sont bien organisés et assurent dans les deux sens le transport des substances et des organites (Stevens, 1993).

4.2. Mode de transport au niveau de l'axone :

Globalement le transport axonique se fait par la voie rétrograde et antérograde et il existe 3

modes de transport axonal (Duncan, 1980) : le transport axonal lent ; le transport axonal et le transport rétrograde rapide. (Stevens, 1993).

4.3. Mécanisme de l'influx nerveux

La fibre nerveuse présente un rôle potentiel de membrane de repos (-70 mV) (Riche, 2006), plusieurs facteurs pourraient influencer la vitesse de propagation du potentiel d'action : la résistance, la capacitance et l'existence d'une gaine de myéline (Riche, 2006).

4.4. Le mécanisme de l'action saltatoire :

Dans une fibre myélinisée les cellules de Schwann jouent un rôle d'isolant et participent à la réduction de la capacitance électrique liée à la présence de lipide.

La gaine de myéline est discontinue liée à plusieurs nœuds de Ranvier assurant la conduction saltatoire (Olivier, 1987 ; Stevens, 1993).

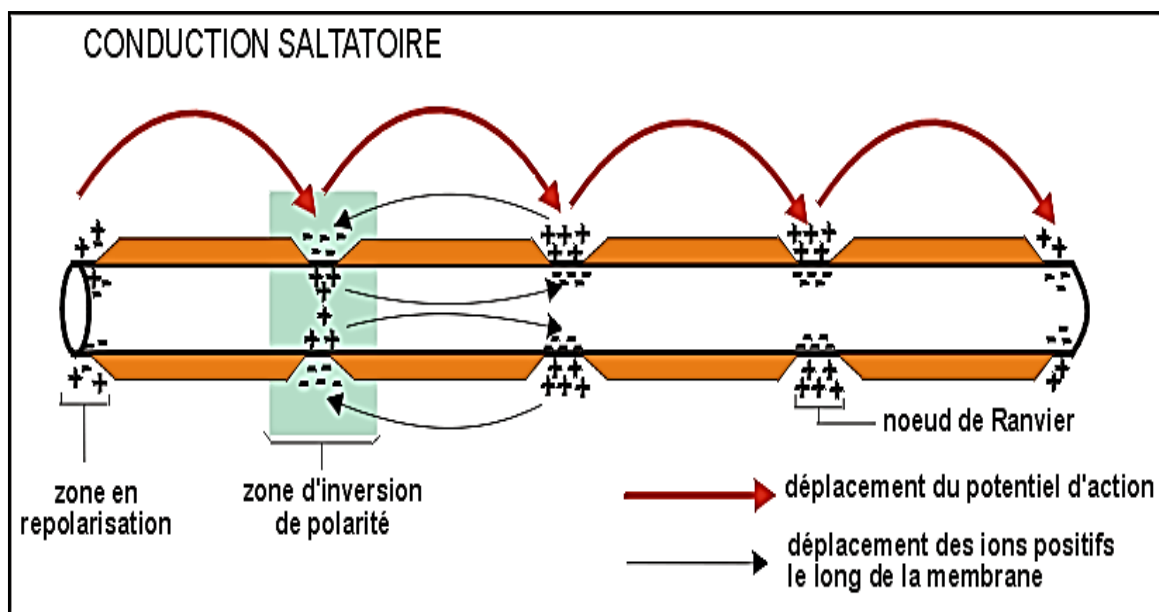


Figure 37: Schéma de la conduction saltatoire. (Cours de biologie en ligne, 2010)

La conduction saltatoire nécessite peu d'énergie et offre à la fibre nerveuse une haute vitesse de conduction. (Riche, 2006).

4.5. Mécanisme de la dégénérescence axonale et démyélinisation :

Ces deux phénomènes résultent des lésions au niveau de l'axone et/ou au niveau de la gaine de myéline. (Duncan, 1980 ; BLOT, 1991).

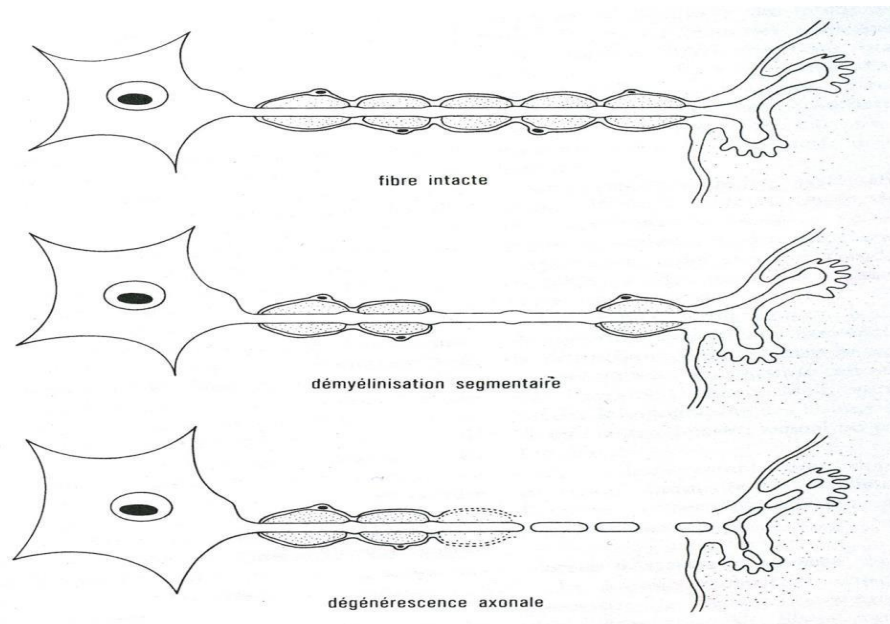


Figure 38: Lésions élémentaires. (BLOT, 1991)

4.6. La supraconductivité

La supraconductivité est la propriété que possèdent certains matériaux à s'opposer au passage du courant, c'est-à-dire à avoir une résistance nulle, à condition que leur température soit inférieure à une certaine valeur appelée température critique (T_c). Ces matériaux s'opposent également aux champs magnétiques externes. Ce phénomène a lieu à des températures très basses. Les courants électriques peuvent donc circuler à travers un métal sans aucune dissipation d'énergie (Mangin and Kahn, 2013).

4.6.1. Découverte et historique de la supraconductivité

Ce phénomène, qui a été découvert en 1911, a connu plusieurs périodes correspondant aux divers axes de recherche.

La Première liquéfaction (1908) de l'hélium atteignant la plus basse des températures connues, 4,2K, ce qui est équivalent à -269°C dans le laboratoire du physicien hollandais ONNES.

Ce laboratoire travaillant sur l'étude de la résistivité du mercure à la température de liquéfaction de l'hélium, découvrit que celle-ci s'annulait en dessous de 4,15K. Une liste des éléments

simples supraconducteurs très vite établie : On s'aperçoit que tous les éléments n'étaient pas supraconducteurs, et que l'Or, l'Argent et le Cuivre, considérés comme les meilleurs métaux, ne présentaient aucune trace de supraconductivité. A cette époque, l'élémentsimple possédant la plus haute température critique était le niobium avec 9,2K. Les chercheurs tentèrent alors de trouver des alliages à plus haute température critique, à base de niobium. Meissner et Oschenfeld (1933) découvrirent la propriété d'un barreau de métal pur à être imperméable à tout champ magnétique, que l'on appelle depuis l'effet Meissner.

Puisque aucune théorie n'était établie pour ce nouveau phénomène, les chercheurs ne suivaient aucune règle et jouaient donc en quelque sorte avec les atomes. Par conséquent, les échantillons obtenus n'étaient pas toujours supraconducteurs, cela permettait de trouver des températures plus basses que d'ordinaire. On atteignait 0,7°K pour le titanate de strontium dopé au niobium, franchissant la barre du dixième de Kelvin.

Par ailleurs, le nitrure de niobium (NbN) avec 17,3°K et Nb₃Ge avec 23,3°K a détenu le record des meilleurs alliages jusqu'au 1986. Cependant, toutes les directions susceptibles d'apporter des réponses étaient prises en compte afin de trouver un fil conducteur qui permettrait de poser les bases d'une théorie. Certains finissaient par croire que ce phénomène était cantonné en dessous d'une limite de température infranchissable.

Une autre question qu'on se posait à cette époque était de savoir d'où provenait ce phénomène, qu'aucune théorie ne savait expliquer. Plusieurs théories assez puissantes ont été proposées par London, Ginzburg et Landau (1935, 1952), mais elles étaient incomplètes.

En 1957, une partie de la réponse fut donnée par la théorie BCS, mise au point par Bardeen, Cooper et Schrieffer, cette théorie décrit le phénomène au niveau microscopique, alors que la découverte elle-même daté déjà de 45 ans. Par conséquent, ses auteurs ont reçu le prix Nobel de physique en 1974.

Ce fut une année charnière dans l'histoire des supraconducteurs, car c'est à ce moment-là que la théorie BCS fut remise en cause, avec la découverte d'un supraconducteur à 34°K qu'avaient faite les ingénieurs d'IBM Zurich (Suisse), alors que celle-ci prédisait de ne pas dépasser 30K. Neuf mois plus tard, on le découvrit à 92°K. Cette année fut un tournant car de nouveaux composés ont été découverts : des oxydes métalliques céramiques contenant des lanthanides. Par conséquent, de nouvelles générations de composés apparurent tels que Ba-La-Cu-O, Y-Ba-Cu-O et Ti-Sr-Ca-Cu-O*. Les deux derniers permettent de dépasser la température de l'azote liquide (77°K, soit -196°C) coûtant dix fois moins cher que l'hélium liquide et refroidissant

vingt fois mieux (Cancino, 2005).

Cette découverte déclencha une course aux supraconducteurs à « haute température critique ».

- En 1988, on parvint à fabriquer des supraconducteurs à plus de 100K.
- En 1995, le record de température critique reproductible fut atteint avec des composés au mercure à une température de 164K mais nécessitant de hautes pressions. On ne désespère pas d'obtenir un jour des supraconducteurs à la température ambiante (Mangin and Kahn, 2013).

4.6.2. Explications du phénomène

Pour expliquer le phénomène de la supraconductivité, commençons par une petite introduction de physique quantique. Le mot clé est : quantum. Un quantum d'énergie qui correspond à une quantité d'énergie de la dualité onde – corpuscule. L'énergie ne peut s'échanger que par quantan la discontinuité est de mise en physique.

Les phonons sont au son, ce que les photons sont à la lumière. Par définition, le photon est la plus petite unité d'énergie que peut posséder un mode de vibration lumineuse, tandis que le phonon est la plus petite quantité d'énergie que peut posséder un mode de vibration cristalline (vibration des atomes dans un solide) (Cancino, 2005).

Dans un cristal (un type de solide), les atomes sont placés de manière très ordonnée. Ce sont les forces interatomiques qui leur confèrent leur arrangement spécifique. Ces forces jouent le même rôle que les ressorts dans un système « masse-ressort ». Par conséquent, si on déplace légèrement un atome de sa position initiale et qu'on le relâche, il se mettra à osciller, comme un pendule. Etant donné que cet atome est relié aux autres par les forces électrostatiques qui agissent entre eux, les autres atomes du cristal se mettront eux aussi à vibrer, d'où le nom vibration cristalline. Il y aura alors propagation d'une onde de déformation dans le solide.

Les atomes d'un cristal forment une structure vibrante. Un courant qui circule correspond à un déplacement d'électrons. Leur propagation s'accompagne de choc : ils rebondissent sur différents obstacles (impuretés, défauts de structure...) et ces rebonds non élastiques s'accompagnent d'une perte d'énergie sous forme de chaleur : c'est le célèbre effet Joule (Etourneau, 1986).

4.6.3. Les propriétés d'un supraconducteur

4.6.3.1. L'effet Meissner

Lorsqu'un supraconducteur est placé dans un champ magnétique, ce dernier possède alors la particularité de dévier les lignes du champ magnétique hors du matériau. En fait, lorsqu'il est soumis à un champ magnétique, un supraconducteur crée des courants à sa surface, qui produisent un champ magnétique qui s'oppose au passage du champ magnétique qu'on lui soumit. On dit que le supraconducteur devient diamagnétique (Mangin and Kahn, 2013).

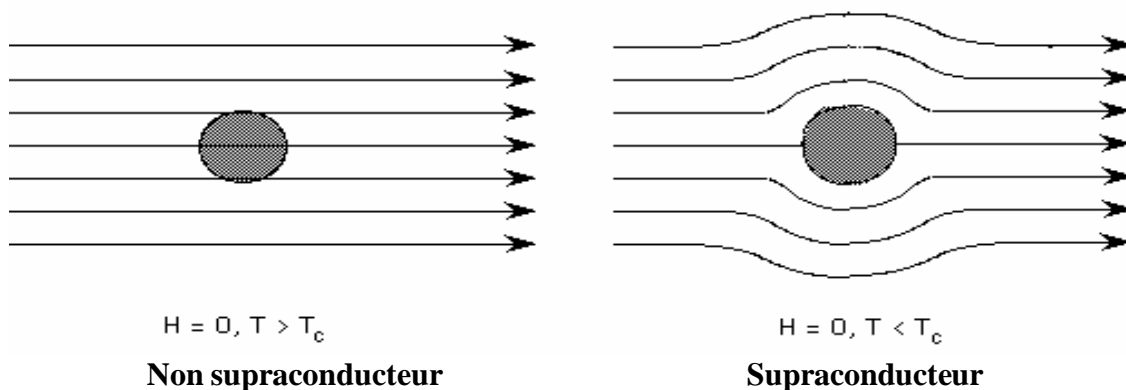


Figure 39: L'effet Meissner. (Mangin and Kahn, 2013)

Pour illustrer cette théorie, on peut placer un aimant au-dessus d'un supraconducteur, et observer que l'aimant se trouve en lévitation au-dessus du supraconducteur.

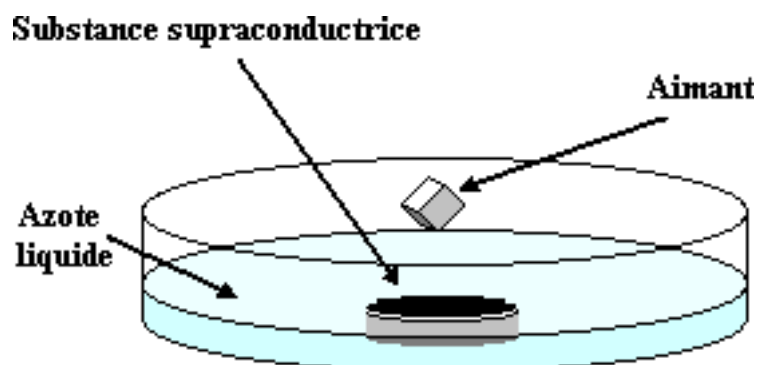


Figure 40: Expérience qui illustre la théorie de l'effet Meissner. (Mangin and Kahn, 2013)

4.6.3.2. La Théorie BCS (Bardeen, Cooper et Schrieffer)

La théorie BCS décrit la supraconductivité comme un phénomène quantique. Elle est basée sur le couplage des électrons dans certains métaux. En effet, dans les métaux dits en paire, les électrons se déplacent deux à deux, c'est ce que l'on appelle les paires de Cooper (Mangin and

Kahn, 2013).

Elles obéissent au principe de l'interaction phonon-électron : Lorsqu'un électron traverse un réseau d'ions positifs, ceux-ci attirent d'abord le premier électron. Une fois passé, cet électron va modifier la position de ce réseau, mais très légèrement étant donné la grande inertie des ions, et de telle façon que, localement, le métal va être chargé positivement durant un certain temps, ce qui va permettre d'attirer un autre électron, qui va alors se trouver proche du premier électron, malgré la répulsion coulombienne entre ces deux particules de charge négative, étant alors trop faible pour les éloigner. On observe donc un phénomène de couplage des électrons, car le premier électron émet un phonon, qui va être absorbé par le second, et ainsi de suite (Mangin and Kahn, 2013).

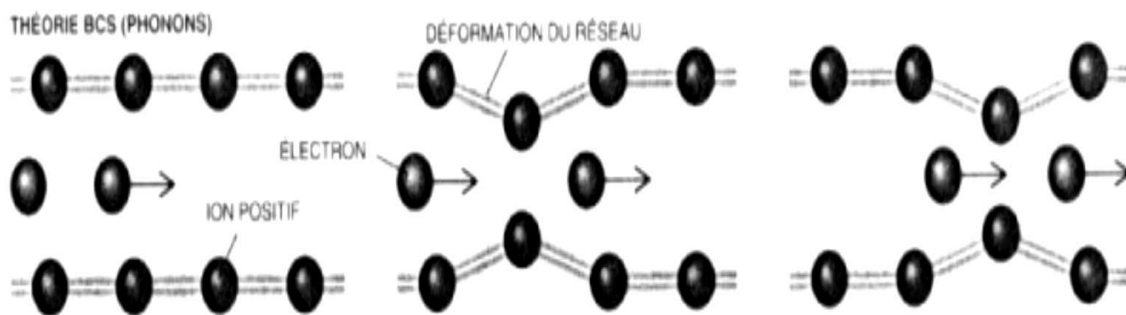


Figure 41: La théorie BCS. (Mangin and Kahn, 2013)

Lorsque la température est élevée, les ions du matériau sont alors en mouvement, s'agitent, et l'équilibre est alors rompu et les paires de Cooper disparaissent.

La théorie BCS explique bien qu'à basse température, les électrons ne subissent aucune dissipation d'énergie par effet Joule car ils ne rencontrent aucun obstacle, étant donné que le premier électron fraie un chemin au second qui se trouve aspiré, sans frottement contre les particules des matériaux, ce qui n'est évidemment pas le cas lorsque ces dernières sont agitées. La théorie BCS ne s'applique donc qu'à des matériaux étant supraconducteurs à basse température (jusqu'à 30K) (Mangin and Kahn, 2013).

4.6.3.3. L'effet Josephson

Cet effet, observable à basse température, est une conséquence de la supraconductivité. Si on sépare deux matériaux supraconducteurs par une mince couche d'isolant (de l'oxyde par exemple), alors on constate qu'un courant électrique continu peut circuler librement entre les deux supraconducteurs, traversant l'isolant. Cet effet est dû aux paires de Cooper (cf. la théorie

BCS) qui passent d'un supraconducteur à l'autre par effet Tunnel (processus purement quantique). Le matériau non conducteur, appelé jonction Josephson, se comporte alors comme un supraconducteur (Mangin and Kahn, 2013).

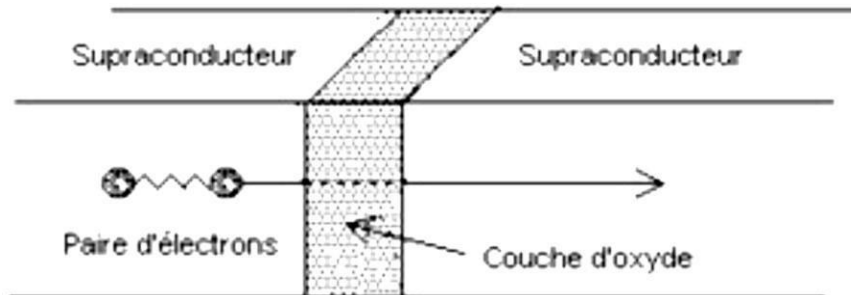


Figure 42: Effet Josephson. (Mangin and Kahn, 2013)

Cependant, cet effet possède des limites. En effet, le courant continu circulant entre les deux supraconducteurs doit être très faible pour que l'effet Tunnel soit observé. Si le courant que l'on fait circuler est supérieur au courant critique, alors la jonction Josephson se comporte comme un obstacle, et la résistance, jusqu'à présent nulle, devient très importante (Mangin and Kahn, 2013).

4.6.3.4. La température critique d'un supraconducteur

La théorie BCS explique que lorsque le matériau est supraconducteur, c'est-à-dire à une température inférieure à la température critique, alors la résistance interne au matériau est nulle. Cependant, lorsqu'il atteint la température critique, on constate alors un état transitoire, dans lequel la résistance du supraconducteur va augmenter très vite pour un faible écart de température. Lorsque la température du supraconducteur est supérieure à la température critique, alors il se comporte comme un simple conducteur ohmique, vérifiant la relation $u=R.i$ (Etourneau, 1986).

On peut tracer un graphique montrant l'évolution de la résistivité du supraconducteur en fonction de la température :

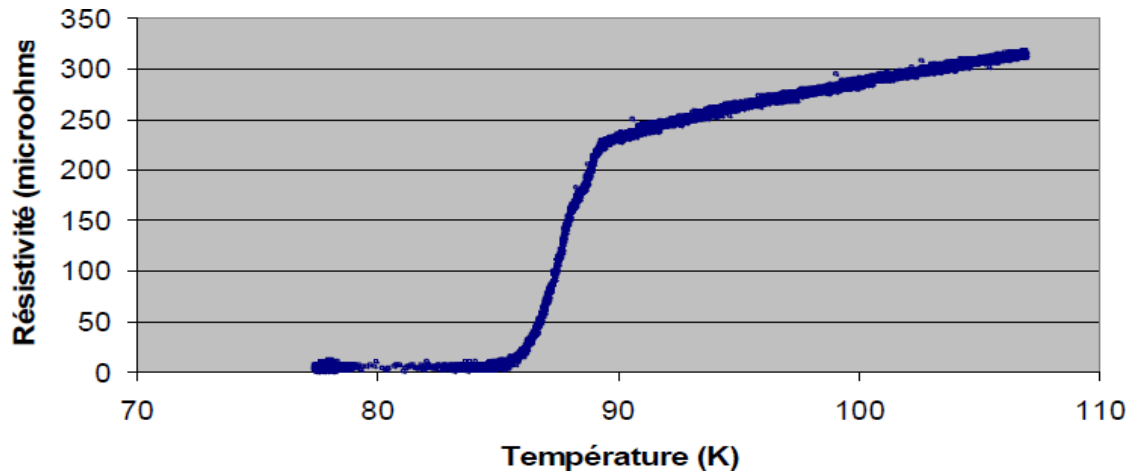


Figure 43: l'évolution de la résistivité du supraconducteur en fonction de la température. (Mangin and Kahn, 2013).

4.6.3.5. Les différents types de supraconducteurs

Dans l'histoire, les premiers supraconducteurs furent des métaux simples comme le mercure, plomb et aluminium. Dans les recherches qui suivirent, on montra que les matériaux supraconducteurs pouvaient être de natures diverses : métaux simples ou complexes, organiques ou non organiques, céramiques ou oxydes.

4.6.3.6. Les applications de la supraconductivité, réalisations et projets

Dans le domaine de l'environnement on met à profit les propriétés magnétiques des supraconducteurs pour la filtration de l'eau. En effet, il existe des particules magnétiques qui s'attachent à la poussière. Ces particules sont mélangées à l'eau, capturent les poussières, puis sont séparées du milieu liquide par un puissant champ magnétique généré par des supraconducteurs, emportant les impuretés avec elles. C'est ainsi qu'à l'aide des supraconducteurs, on peut purifier l'eau (Etourneau, 1986).

Mis à part ce procédé, les supraconducteurs peuvent également aider à assainir l'air. Mais on ne s'y prend pas de la même façon, car le but n'est pas le même. Contrairement à l'épuration de l'eau, on ne cherche pas à extraire les poussières, mais bien à éliminer les agents polluants avant qu'ils soient éjectés dans l'environnement. Par exemple, lors de la combustion du charbon, les polluants contenus dans celui-ci (principalement du soufre) sont expulsés dans l'air avec les autres composantes de la fumée. Cependant, tous ces éléments n'ont pas les mêmes propriétés magnétiques, on les sépare donc avant la combustion grâce à un aimant supraconducteur. C'est donc un bon exemple que la technologie ne fait pas que polluer l'environnement, mais elle aide

aussi à le préserver (Etourneau, 1986).

4.6.3.6.1. Transport du courant

Le transport du courant entre les centrales électriques et les habitations ou industries passe aujourd'hui uniquement par des câbles en cuivre ou en aluminium. L'inconvénient de ces deux métaux est d'avoir une résistance, qui, bien qu'elle soit faible en comparaison de celle d'autres matériaux, entraîne une très grosse perte d'énergie pendant le transport, essentiellement sous forme de chaleur. De plus, le cuivre étant très lourd, on le remplace petit à petit par de l'aluminium, plus léger mais plus résistif, ce qui augmente les pertes de courant et oblige à faire passer des tensions plus importantes (Etourneau, 1986).

L'application des supraconducteurs dans le transport d'énergie est alors ici parfaitement justifiée. En effet, du fait de leur résistivité nulle, les supraconducteurs évitent la perte de courant par effet Joule (dissipation thermique). Ils permettent en outre de faire passer beaucoup plus de courant qu'une ligne classique, et ce dans un câble de section inférieure à celle des câbles conventionnels (Etourneau, 1986).

Ainsi, 8400 Kg de câble de cuivre pourraient être remplacés par seulement 110 Kg de câble supraconducteur, ce qui faciliterait grandement les travaux d'enfouissement des lignes téléphoniques lors de la complétion d'installations existantes ou de l'établissement de nouvelles lignes. Cependant, le système de réfrigération de ces câbles reste un désavantage à leur implantation sur le marché.

L'idée de créer des réseaux supraconducteurs qui ne perdent pas d'énergie par effet joule permet la création de lignes qui transportent des courants élevés mais à basse tension et sans perte d'énergie. Aujourd'hui les lignes de fort courant électrique sont à très hautes tensions pour limiter les pertes qui demeurent cependant importantes. En effet, la puissance du courant perdue par effet joule est fonction du carré de l'intensité : $P_j = R \cdot i^2$. C'est pour cela que l'on a recours à des lignes à haute tension, afin de minimiser l'intensité, pour un même courant circulant ($P=UI$) (Etourneau, 1986).

Par ce principe, on peut fabriquer des circuits intégrés qui perdent peu d'énergie par effet Joule et donc réduire leur consommation électrique, ce qui est important pour les appareils portatifs. Mais on a aussi la possibilité de créer des puces électroniques dont les pistes sont plus resserrées sans craindre les effets néfastes de la chaleur dégagée et ainsi augmenter considérablement le nombre de transistors et par suite les performances des processeurs actuels (Etourneau, 1986).

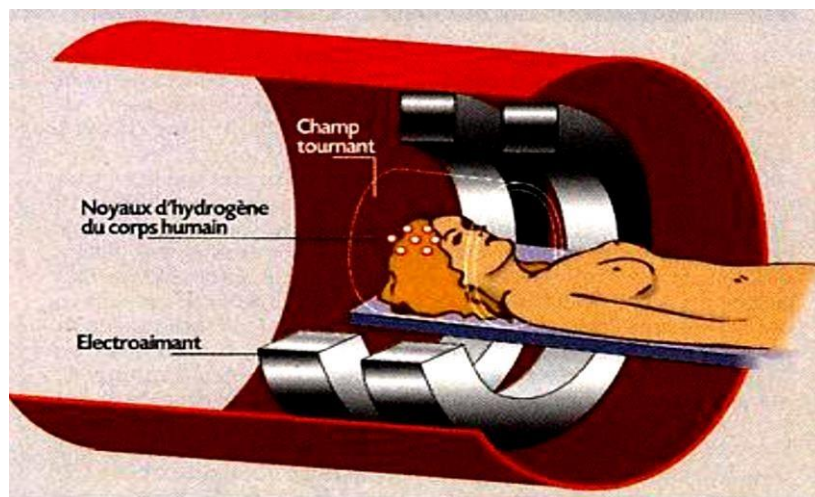


Figure 44: Mode de fonctionnement de l'IRM. (irm-facile.net, 2017)

4.6.3.6.2. Supraconductivité et lévitation

Le train flottant est souvent désigné sous le nom de Maglev car il s'agit d'un train à lévitation (lev) magnétique (mag). La vitesse maximale d'un train à lévitation magnétique s'élève à plus de 500 km/h (en avril 1999, le prototype japonais a atteint 550 km/h). Les trains traditionnels ne peuvent pas atteindre une telle vitesse, car ils sont limités par l'adhésion qu'ont les roues avec les rails. Pour leur part, les trains à lévitation magnétique sont construits de sorte à ce qu'il n'y ait aucun contact entre la partie mobile et la partie immobile. Afin de permettre au Maglev d'entrer en lévitation et d'être propulsé grâce à l'électromagnétisme (Mangin and Kahn, 2013).

Les travaux d'Abdelmelek et al., (2003) montrent clairement l'existence d'un comportement supraconducteur-like au niveau du nerf sciatique de la grenouille attributaire à l'intégrité de la gaine de myéline. Les supra courants sont générés par des nanopores existant au niveau de la structure nerveuse. Les nanopores pourrait être un nano laboratoire pour tester les effets des nanoparticules organiques ou inorganiques sur les propriétés électriques des nerfs à basse température.

CHAPITRE II :

1. Contexte & Objectifs

La terre est soumise à des climats contrastés répartis des zones équatoriales à climat chaud et humide aux zones polaire et circumpolaires à climat froid et pauvre en précipitations. Or les scientifiques (climatologues, glaciologues, géochimistes, géophysiciens) et en particulier le GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat) nous informent du réchauffement climatique et de sa conséquence directe, la fonte des glaces, qu'il s'agisse des glaciers de montagne ou des calottes glaciaires. Une variation climatique se déroule sous nos yeux et la responsabilité de l'homme dans ce phénomène doit être précisée ; il est donc important de rechercher les différentes causes des variations climatiques. Dans ce chapitre en nous limitant autant que possible au dernier million d'année, nous aborderons la relation possible entre le champ magnétique terrestre (ErMF) et la température ambiante (Ta) dans la ville de New-York (USA).

La relation possible entre le champ magnétique terrestre (ErMF) et la température ambiante (Ta) a fait l'objet de vives discussions lors d'investigations antérieures ; mais le mécanisme physique expliquant l'influence de ErMF sur Ta n'est toujours pas bien compris. Une étude antérieure de Wollin et al. (1971) indiquent qu'il existe un lien potentiel entre ErMF et les périodes de climat chaud. De plus, Bucha (1976) a suggéré que les variations des pôles géomagnétiques pourraient influencer sur la pression atmosphérique entraînant une augmentation de l'activité cyclonique et des changements climatiques soudains. Des études antérieures ont examiné le lien entre ErMF et Ta et ont proposé différentes hypothèses et mécanismes, mais l'interaction exacte n'est pas claire. De plus, le lien entre ErMF et Ta sur la température du globe explique en partie le changement climatique observé dans le passé, mais nous devons prendre en compte d'autres influences venant de l'univers à la surface de la Terre ; comme l'éruption du soleil, les rayons cosmiques galactiques ...etc. (Svensmark et Friis-Christensen, 1997; Usoskin , 2008)

Ce flux de rayons cosmiques galactiques est modulé par l'intensité des champs magnétiques du Soleil et de la terre, qui servent de bouclier protecteur. Des valeurs élevées d'intensité du ou des champs magnétiques solaire et/ou terrestre renforcent le bouclier. Une faible densité de rayons cosmiques galactiques

CHAPITRE II : Etude de la corrélation entre la température ambiante et le champ magnétique à New York (USA).

parvenant au système solaire (puis à la Terre) est attendue (Kitaba et al, 2003; Christl et al, 2004; Snowball et al, 2007; Thoveny et al, 2008; Duplissy et Enghoff et al 2010; Sato et al, 2013; Wollin et al, 2013). De manière intersectorielle, une diminution de l'intensité de l'ErMF permettrait une entrée plus importante des rayons cosmiques galactiques sur la Terre, ce qui pourrait renforcer la formation de nuages bas ou augmenter la couverture nuageuse globale conduisant au refroidissement troposphérique (Svensmark et Friis-Christensen, 1997; Usoskin , 2008)

Ce mécanisme a été invoqué pour expliquer la relation possible entre l'intensité de l'ErMF et le climat sur les échelles de temps glaciaire et interglaciaire, étant donné que les bas moments dipolaires semblent se produire peu de temps avant l'apparition d'intervalles relativement froids. Ceci suggère un lien entre une faible intensité ErMF et un refroidissement climatique. Cependant, une telle connexion pourrait être circonstancielle, car les variations d'intensité des ErMF pourraient être liées aux variations des paramètres de température de la Terre, considérés comme les principaux facteurs de contrôle du climat de la Terre qu'ils ont également étudié la relation entre la variabilité ErMF à court terme et le changement climatique, ainsi que comme la dérive accélérée des variations du pôle magnétique nord et de la température de surface. De leur côté, Gallet et al (2005) ont comparé l'avancée et le recul des glaciers alpins au cours des trois derniers millénaires avec des augmentations et des diminutions de l'intensité du champ terrestre à Paris (France) estimées à partir de données archéo-magnétiques. Des recherches antérieures avaient suggéré un lien possible entre des épisodes de refroidissement à l'échelle du centenaire et une intensité géomagnétique accrue, à l'opposé du mécanisme des rayons cosmiques galactiques (Kitaba et al, 2003; Christl et al, 2004, Pavón-Carrasco et 2008, Thouveny et Bourlès, 2008). En outre, une enquête précédente avait révélé que de faibles valeurs d'intensité du champ géomagnétique réduisaient la solubilité du CO₂ dans l'océan, en déplaçant davantage de CO₂ dans l'atmosphère et en augmentant la température. De Santis et al, (2012) ont proposé trois mécanismes pour expliquer ce lien possible sur la base i) de l'entrée de particules chargées de l'espace, ii) la réduction possible de la couche d'ozone et / ou iii) une cause interne commune partagée entre ErMF et Ta variations de temps.

Dans le présent chapitre, notre investigation vise à étudier pour la première fois, à notre connaissance, le lien de causalité possible entre deux séries temps réel précédemment étudiées (ErMF vs Ta) au moyen d'un outil analytique innovant pour ErMF et Ta pendant 100 ans (entre 1916 et 2016) dans la région de New York (USA)

2. Matériaux et méthodes :

2.1. Sources de données et méthodologie

Le présent document était structuré comme suit : dans la première section, nous exposons la série temporelle choisie pour effectuer cette analyse entre les années 1916 et 2016 dans la région de NY (États-Unis). Ensuite, nous étudierons la corrélation ou le lien entre ErMF et Ta. En outre, une analyse de régression linéaire pour déterminer les équations linéaires représentant la relation entre le champ magnétique terrestre (B tesla), la température ambiante et l'année à New York. La méthodologie reposait sur des données recueillies à partir de deux données 1) ErMF ([www.ngdc.noaa.gov/geomag web /? UseFullSite = true](http://www.ngdc.noaa.gov/geomag/web/?UseFullSite=true)) et 2) Ta ([http://www.infoclimat.fr/climatologie mensuelle / 07156 / janvier / 1916 / New York.html](http://www.infoclimat.fr/climatologie_mensuelle/07156/janvier/1916/New_York.html)) à NY (USA).

Les différentes données de température ambiante et de champ magnétique terrestre dans la région de New York ont été utilisées afin de réaliser des tests de corrélation ; simulation ; et graphiques de points.

2.2. Analyses statistiques

Une analyse de régression linéaire simple pour déterminer les équations linéaires représentant la relation entre le champ magnétique terrestre (B tesla), la température et l'année à New York. Les équations de ligne ont été générées en suivant la formule :

$$\text{Eq (1)} \quad \mathbf{y = ax + b \text{ (Fox's, 1997),}}$$

où y représente la variable dépendante (B tesla ou température), x représente la variable indépendante (température ou année), 'a' représente la pente de la droite de régression et 'b' représente l'ordonnée à l'origine. Le coefficient de détermination (R²) a été calculé.

L'importance des différences de champ magnétique terrestre (B tesla) et de température entre les années d'échantillonnage a été examinée au moyen de tests ANOVA unidirectionnels. Cette analyse a été effectuée pour la température et le champ magnétique terrestre (B tesla).

Les analyses statistiques sont traitées par le logiciel MASS R.3.1.1 (R Development Core Team, 2011) (Venables and Ripley, 2002)

3. Résultats :

3.1. Etude de l'évolution de la température de la ville de New York durant 100 ans « 1916-2016 ».

L'analyse de la (figure 45) montre l'augmentation de la température ambiante dans la région de New York (États-Unis) pendant 100 ans (1916-2016). Sur la base de la relation entre la température et l'année qui n'est pas linéaire ($R^2 = 0.0024$), on nous donne (Fig 45) l'équation suivante :

$$\text{Eq (2)} \quad T = p1 \times \text{Année} + p2$$

avec $p1 = 0,0147$ et $p2 = -16,414$.

L'analyse ANOVA n'a pas montré de corrélation entre la température et l'année (ANOVA, $p = 1$).

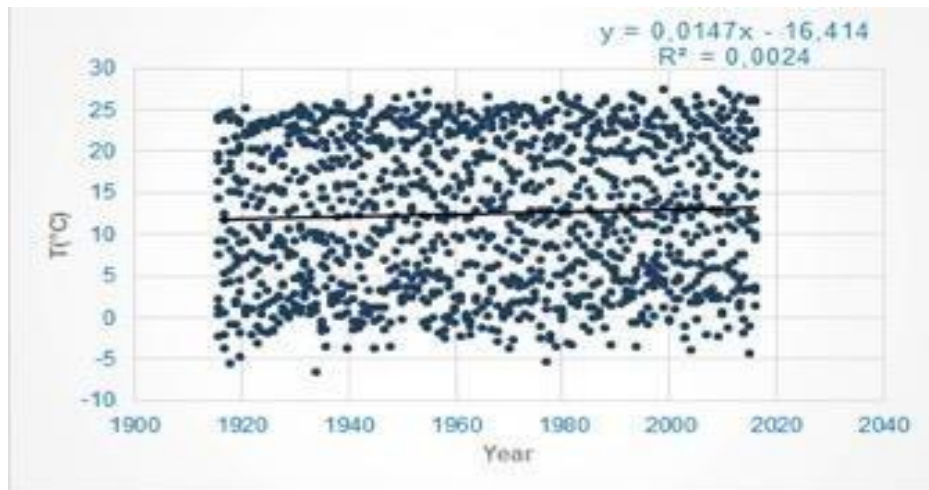


Figure 45: Diagrammes en points indiquant la relation entre la température et l'année à New York pendant la période 1916-2016. . Régression linéaire de la température en fonction de l'année de la forme $y = ax + b$ (trait noir), où la température est la variable dépendante.

3.2. Analyse de l'évolution du champ magnétique de la ville de New York pendant 100 ans « 1916-2016 »

L'étude de l'évolution du champ magnétique terrestre (B tesla) a montré une diminution de B teslas de 5910 (n tesla) à environ 5 190 (n tesla). Fait intéressant, l'enquête a révélé une relation linéaire entre B et T ($R^2 = 0,9109$). Sur la base de la relation entre B tesla et l'année, nous avons obtenu (Figure 46) une équation suivante:

$$\text{Eq (3)} \quad B = p1 \times \text{Année} + p2$$

CHAPITRE II : Etude de la corrélation entre la température ambiante et le champ magnétique à New York (USA).

Avec $p1 = -6,0142$ et $p2 = 17420$.

L'analyse des données révèle trois sections (AB-BC-CD):

- La section AB entre (1916-1946) a montré une diminution linéaire de ErMF de (5900 nT à 5700 nT).
- La section de la CB est restée stable entre 1946 et 1976 avec une valeur ErMF variable (5 700 nT).
- La section CD révèle une diminution de ErMF de 5700 nT à 5200 nT entre 1976 et 2016.

L'analyse ANOVA montre une très forte corrélation entre la température et l'année (ANOVA, $p = 0$).



Figure 46: Diagrammes graphiques indiquant la relation entre le champ magnétique terrestre (B tesla) et l'année à New York pendant la période 1916-2016. Régression linéaire de B tesla par rapport à l'année de la forme $y = ax + b$ (ligne noire), où B (Tesla) est la

3.3. Corrélation entre le champ magnétique et la température ambiante

Sur la base de la relation entre T et B tesla qui n'est pas linéaire ($R^2 = 0,0027$), on nous donne (Figure 47) l'équation suivante:

$$\text{Eq (4)} \quad \mathbf{B = p1 \times T + p2}$$

avec $p1 = -1,0823$ et $p2 = 5609,7$.

Pendant cent ans (1916-2016), un premier segment avec une bonne corrélation de température autour de 5700 nT était clair. L'analyse de la figure 47 a mis en évidence deux groupes de points

i) jusqu'à 5700 nT et entre -5 et $+27$ ° C avec une homogénéité élevée ii) deuxièmement, nous

CHAPITRE II : Etude de la corrélation entre la température ambiante et le champ magnétique à New York (USA).

avons de faibles valeurs de B jusqu'à 5700 nT ; indiquant une forte hétérogénéité entre -4 et 27 °C.

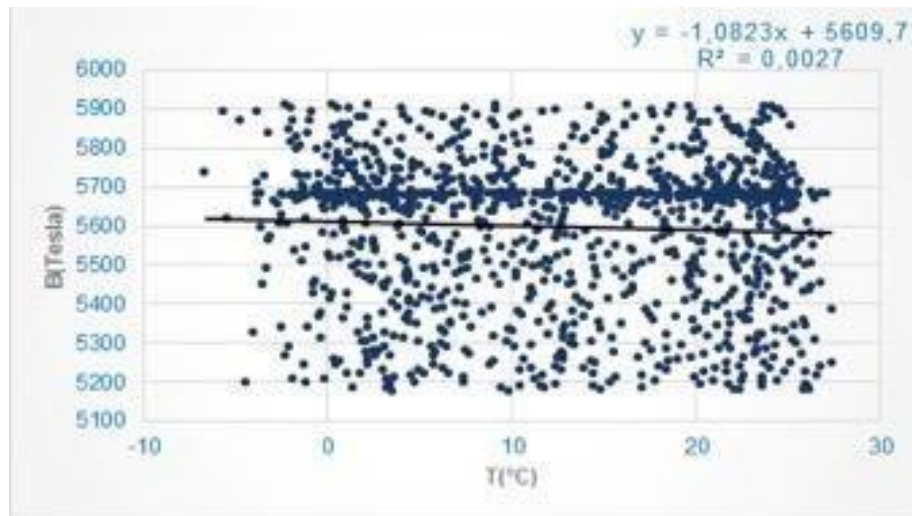


Figure 47: Diagrammes à points indiquant la relation entre la température et le champ magnétique terrestre à New York. . Régression linéaire de B tesla par rapport à la température de la forme $y = ax + b$ (ligne noire).

L'analyse ANOVA montre une très forte corrélation entre la température et le champ magnétique terrestre (ANOVA, $p = 2,10 \cdot 10^{-16}$)

3.4. Étude des coefficients des corrélations entre la température ambiante et Le Champ Magnétique :

3.4.1. L'équation aurore :

$$B = p1 * T + p2$$

$$p1 = -1,0823$$

$$p2 = 5609,7000$$

4. Discussion

Une variation climatique se déroule sous nos yeux et la responsabilité de l'homme dans ce phénomène doit être précisée ; il est donc important de rechercher les différentes causes de la variation climatique. Pour les périodes récentes dont le dernier million d'années, les données sont là et un lien semble établi. Dans ce chapitre en nous limitant autant que possible au dernier million d'années, nous allons étudier le passé pour mieux comprendre le présent et préparer l'avenir.

L'analyse de l'évolution de Ta dans la région de NY (USA) en fonction des années fournit des informations utiles. En raison du manque de données relatives à ErMF ou à Ta depuis plus de cent ans, nous établissons notre modèle et notre analyse uniquement entre les années 1916 et 2016. À la lumière de la figure 46, nous disposons de données indiquant la fluctuation de ErMF dans la région de New York (USA), indiquant trois sections (AB ; BC; CD) avec une diminution de ErMF au cours du temps. En revanche, nous observons une stabilité de ErMF entre 1946 et 1976 (30 ans). Cette stabilité de ErMF pourrait être corrélée à une stabilité de Ta dans la région de New York. Comme indiqué dans la méthodologie, la sélection des séries (ErMF vs Ta) a été réalisée à l'aide des informations mutuelles données par l'équation Eq [1]. $B = p1 * T + p2$.

Au vu de ces résultats, on pourrait s'attendre à ce que les futures fluctuations de l'ErMF génèrent une anomalie de la température du globe avec un décalage de mille ans ou plus. Il y a beaucoup de nouvelles théories visant à expliquer les changements climatiques récents i) la première d'entre elles est qu'une augmentation du facteur ErMF facilite l'entrée de particules chargées à partir de l'espace et que si le facteur ErMF croît plus que prévu (anomalie positive), cette entrée est favorisée ; conduisant à une atmosphère chaude. Des travaux récents (Souza et al 2008; Bhaskar et al 2017;) ont montrés des corrélations intéressantes entre les variations périodiques du ErMF, de l'éruption solaire et des rayons cosmiques galactiques et le changement climatique. ii) un autre mécanisme proposé est celui d'une possible réduction de la couche d'ozone dans la haute stratosphère peut provoquer des changements climatiques (Solanki et al, 2013) iii) Enfin, les effets de l'intensité des particules ErMF pourraient moduler la solubilité du CO₂ dans l'océan. En résumé, tous ces facteurs modulés directement ou indirectement par ErMF pourraient jouer un rôle clé dans le changement climatique et expliquer probablement en parallèle le réchauffement climatique. Il est intéressant de noter que les chercheurs ont observé que de faibles valeurs d'intensité ErMF réduisent la solubilité du CO₂ dans les océans, déplaçant davantage de CO₂ dans l'atmosphère et augmentant la température. De plus, les fluctuations de l'ErMF pourraient influencer sur Ta, le CO₂ et la circulation océanique,

CHAPITRE II : Etude de la corrélation entre la température ambiante et le champ magnétique à New York (USA).

expliquant en partie le réchauffement climatique.

Comme nous pouvons le constater, ces deux mécanismes relient l'activité solaire, la production de rayons cosmiques galactiques et le facteur ErMF au climat de la Terre, en suggérant que tous peuvent travailler ensemble et qu'ils sont nécessaires pour compléter ce mécanisme par une nouvelle hypothèse impliquant les effets de ErMF sur la variation de Ta dans différents continents du monde.

Au crétacé, le climat était nettement plus chaud que l'actuel (température moyenne supérieure de 10 à 15 C°), le gradient thermique latitudinal était faible, les climats étaient peu contrastés ; on n'y connaissait pas de calotte glaciaire et le niveau marin est plus élevé qu'aujourd'hui.

Depuis le début du cénozoïque, la tendance est au refroidissement généralisé et plusieurs calottes du Groenland, des Laurentides et de Scandinavie apparues entre -7 et -3 Ma. La terre est donc actuellement en glaciation la glaciation cénozoïque-mais, au sein de cette glaciation existent des fluctuations cycliques du climat. On nomme stade glaciaire ou période glaciaire les périodes de refroidissement au cours desquelles les calottes glaciaires s'étendent et stade interglaciaire (ou période interglaciaire ou encore interglaciaire) les périodes de réchauffement au cours desquelles les calottes glaciaires se réduisent. C'est le cas de période présente. Chaque cycle glaciaire est un couple formé d'une période glaciaire suivie d'un interglaciaire.

Initialement, l'ère Quaternaire est fondée sur des bases sédimentologie (existence de dépôts glaciaire alpins indicateurs de fluctuation cyclique du climat) ; on essaie de lui faire correspondre l'apparition de l'homme. Cependant, la progression des connaissances dans les domaines de la climatologie et de la paléontologie conduit à repousser de plus en plus loin sa limite inférieure. Aux congrès internationaux de géologie de Londres (1984) et d'Alger (1952), la limite tertiaire-Quaternaire est fixée à -1,8 Ma, date de la première grande détérioration climatique en Europe et date de l'évènement paléo-magnétique d'Olduvai. Cette limite est bien acceptée jusqu'aux congrès de Moscou (1982) et d'Ottawa (1987) mais des données récentes exposées aux congrès de Pékin (1991) et de Berlin (1995) plaident en faveur d'un Quaternaire plus long dont la base se situerait vers -2.4 à -2.5 Ma entre les périodes normale de Gauss et inverse de Matsuyama.

Un accord s'est instauré, sur des bases paléo-magnétiques, pour placer la base du Quaternaire à 2.59 Ma (Gradstein, 2004) et pour intégrer le Quaternaire dans le Cénozoïque. Pour les périodes récentes du Quaternaire, la datation utilise comme référence l'année 1950 en raison de l'usage du radiocarbone ¹⁴C. Une extension mondiale des glaciers au cours du dernier million

CHAPITRE II : Etude de la corrélation entre la température ambiante et le champ magnétique à New York (USA).

d'années s'est formé et grâce aux dépôts glaciaires qui révèlent l'avancée extrême des glaciers; les diagrammes polliniques permettent de reconstituer les paysages et l'analyse par sismique réflexion nous renseigne sur les variations du niveau marin liées à l'extension ou à la fonte des inlandsis (glacio eustatisme).

Ce qui est mis en évidence en Europe du Nord l'est aussi en Amérique du Nord avec l'avancée de l'inlandsis depuis l'Arctique jusqu'à la latitude de New York. Jusqu'à 35 % de la surface des continents est couverte de glace lors du plus fort stade glaciaire (Elster) ; elle est plus marquée dans l'hémisphère Nord que dans l'hémisphère Sud, plus océanique ou elle est limitée à l'Antarctique. Les quantités de glace ainsi stockées sont énormes. Au cours du Wurm (20000BP), lors du Dernier Maximum Glaciaire appelé DMG ou stade 2 le volume des glaces des régions arctiques est estimé à 75 millions de kilomètres cubes alors qu'il n'est actuellement que de 30 millions de kilomètres cubes et que sa réduction s'accélère.

Une conséquence est la baisse du niveau des océans durant les stades glaciaires et que des surfaces aujourd'hui immergées sont découvertes et bien des îles actuelles sont rattachées au continent voisin. On traversait la Manche à pied pour gagner la Grande Bretagne ou plutôt ce qui en restait puisque la moitié Nord était sous la glace. Ainsi, des animaux et des végétaux colonisent des régions auparavant hors d'atteinte, l'Homme passe de l'Asie à l'Amérique du Nord par le détroit de Béring et colonise les îles de la Sonde depuis l'Asie du Sud-Est.

Dans l'Atlantique Nord, des banquises permanentes perturbent la route du Gulf Stream (il existe depuis la fermeture de l'isthme de Panama il y a 3 à 3,5 Ma); la distribution des flores et des faunes en sont considérablement modifiées: des toundras et des steppes sont présentes en Europe là où poussent actuellement des forêts (si elles n'ont pas été mises en cultures); ces steppes froides sont parcourues par des troupeaux de rennes, bisons, mammouths ou autres, chassés par l'Homme de Cro-Magnon (homo sapiens), chasseur fabriquant d'outil, habitué des abris sous roches et des grottes qu'il orne de peinture (Lascaux, Pech Merle, Altamira)

5. Conclusion

Nous avons appliqué pour la première fois, à notre connaissance, une analyse de l'interrelation de ErMF et de Ta pendant les dernières années dans la région de New York (États-Unis) afin de répondre à la question d'un éventuel lien entre le champ magnétique terrestre et le changement climatique et à développer à l'avenir des outils de prévision. Nos résultats semblent corroborer l'existence d'un lien entre les anomalies ErMF et Ta. La corrélation constatée ne signifie pas

CHAPITRE II : Etude de la corrélation entre la température ambiante et le champ magnétique à New York (USA).

que l'ErMF est pleinement responsable de la variation de Ta et donc des changements climatiques. Des études ultérieures sont nécessaires pour exploiter pleinement cette question, par exemple pour vérifier d'autres séries chronologiques à plus longue échéance et dans d'autres villes. Ce ci pour mieux comprendre le mécanisme liant ErMF à la température du globe.

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

CHAPITRE III

1. Contexte & Objectifs

Des études physiologiques ont montré des changements neurochimiques et électriques dans le système nerveux durant les variations de la température du globe qui pourraient être associées à des mécanismes adaptatifs, conduisant à l'évolution des espèces des poïkilothermes (à sang froid) aux homéothermes (à sang chaud) (Abdelmelek et al, 2000 ; 2001 ; 2003a). L'évolution est double électrique et chimique (Abdelmelek et al, 2000 ; 2001). Peu d'études abordent l'influence du champ magnétique terrestre et de la température ambiante sur l'amélioration des signaux électriques de type supraconducteur like dans l'adaptation des espèces animales. Les études en neurosciences montrent l'augmentation du degré de myélinisation durant l'évolution des espèces animales par la neuromodulation de deux composantes : la transmission neurochimique à basse température et les réponses électriques adaptées du système nerveux à différents stimuli environnementaux. En plus ; la vitesse de conduction et l'amplitude du potentiel électrique sont tributaires de la température, du diamètre axonal, et de la teneur des structures nerveuse en myéline (Barton and Harvey 2000 ; Stålberg and Erdem, 2000 ; Waxman, 2000 ; Abdelmelek et al, 2000; 2003b; 2003c).

L'évolution de l'environnement terrestre dépend de plusieurs paramètres de l'environnement proche et lointain qui pourrait contribuer à l'émergence de plusieurs phénomènes bioclimatiques et surtout l'évolution des systèmes biologiques. Il est intéressant d'effectuer des recherches dans le domaine de l'impact de l'environnement terrestre sur l'évolution du système nerveux chez les espèces animales et chez l'Homme. Les mécanismes expliquant l'émergence de l'intelligence pourraient être expliqués par l'influence du champ magnétique et/ou de la température ambiante associés à une amélioration des propriétés électriques ; chimiques et neuro-anatomique du système nerveux. On peut classer les supraconducteurs en supra conducteurs froid ou chaud par analogie aux animaux à sang froid (poïkilotherme) et chaud (endotherme).

Ces remaniements fonctionnels et anatomique sont expliquées par l'impact de la température et /ou du champ magnétique implique dans le changement climatique.

Peu d'études abordent l'influence de la fluctuation ou de l'inversion du nord magnétique sur la température du globe et son impact sur le climat et les systèmes biologiques.

Ce chapitre cherche à montrer l'implication de la variation du champ magnétique terrestre et de la température ambiante sur les propriétés électriques des nerfs à basse température et plus

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

particulièrement le comportement supraconducteur de quatre espèces animales.

Matériel et méthode

2. Le model biologique

Les animaux utilisés dans cette étude sont des grenouilles (*Rana esculenta*, 100g), des caméléons (*Chamaeleo camameleon*, 200g), des poussins (*Gallus gallus domesticus*, 200g), des lapins *Albinos* (2 Kg) et des Rats *Wistar*. Les animaux ont été soignées selon le code de pratique tunisien pour le soin et l'utilisation des animaux à des fins scientifiques et les protocoles expérimentaux ont été approuvés par le Comité d'éthique de la Faculté des sciences de Bizerte en Tunisie.

3. Le protocole Expérimental

3.1. La technique des quatre points

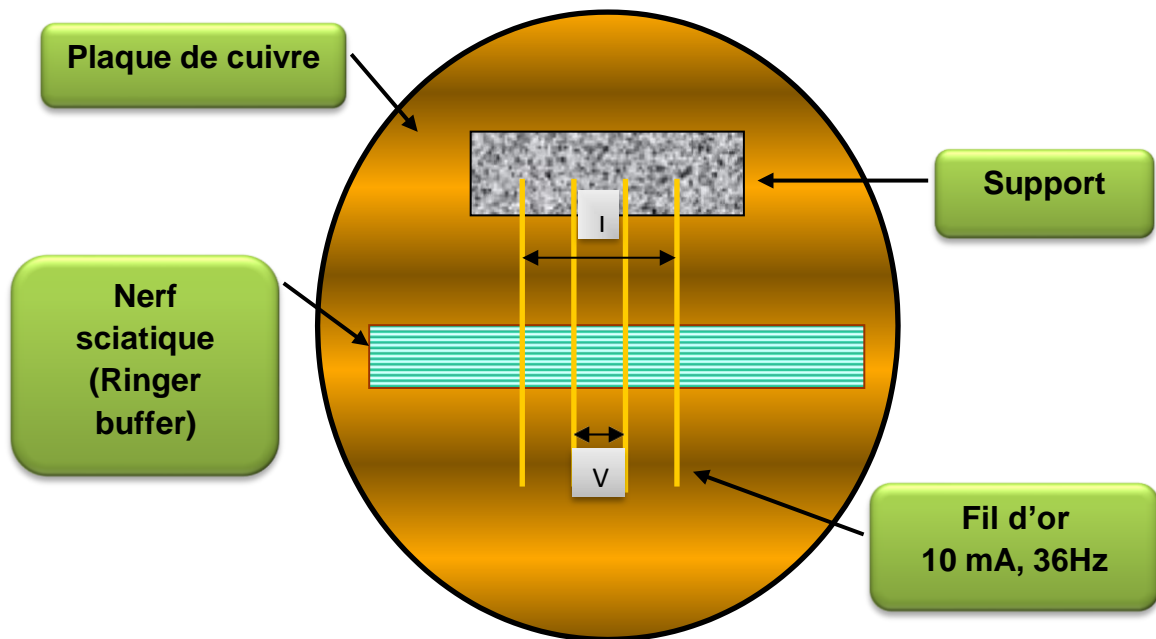
Des échantillons de nerfs sciatiques ($n = 6$) ont été récoltés à partir de grenouilles (*Rana esculenta*, 10g), de caméléon (*Chamaeleo camameleon*, 200g), de poussin (*Gallus gallus domesticus*, 200g) et de lapin *albinos* (2 Kg) avec une anesthésie légère (Halothane 2,50% air). Les segments proximaux des nerfs sciatiques (1 cm) ont été récoltés afin d'étudier la résistivité et l'étude histologique. Les nerfs sciatiques ont été conservés dans du tampon Ringer pendant 1 à 5 min. La composition du tampon Ringer est la suivante : solution de NaHCO_3 à 1%, CaCl_2 à 1%, KCl à 1% et NaCl à 0,60%. Ensuite, on a étudié les variations de résistivité électrique du nerf sciatique à température variable en utilisant la technique à quatre points qui est la méthode la plus courante pour déterminer la température critique (T_c) d'un supraconducteur, $T_{c_{\text{onset}}}$ est la température à laquelle la résistivité commence à diminuer. Dans la présente expérience, nous avons étudié l'effet de la diminution et de l'augmentation de la température sur la résistivité des nerfs. La variation de température a été obtenue en utilisant un cryostat rempli de gaz à échange d'hélium (réfrigérateur à cycle fermé). La température a été mesurée en utilisant un capteur de diode Si calibré avec une précision de 0,10 K et variait de 300K à 200K. Les fils sont attachés à un matériau par deux méthodes : le nerf était posé sur les fils chez la grenouille, le caméléon, le poussin et le lapin et surtout insérés dans les nerfs de la grenouille. Les deux fils externes (la distance entre les fils 'courant': 8 mm) ont été utilisés comme fils de courant et les deux autres comme fils de tension (la distance entre les fils 'courant': 2 mm) pour enregistrer les différences de potentiel. Grâce à deux de ces points une tension est appliquée, nous avons utilisé un courant variable avec très basse fréquence (36Hz). La valeur du courant utilisé pour les mesures de résistivité était de 20 μA (Abdelmelek *et al.*, 2003a; 2003b), et, si le matériau est conducteur, un courant s'écoule. Ensuite, s'il existe une résistance dans le matériau, une tension apparaîtra sur

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

les deux autres points conformément à la loi d'Ohm. Lorsque le matériau entre dans un état

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

supraconducteur, sa résistance chute à zéro et aucune tension n'apparaît à travers le deuxième ensemble de points (Abdelmelek *et al.*, 2003a; 2003b; Mbainabeye *et al.*, 2012) (**Figure 48**).



**Figure 48: La technique des quatre points. (Abdelmelek *et al.*, 2003)
I: courant; V: voltage**

3.2. Etude histologique sur le nerf sciatique

3.2.1. Préparation des tissus

Les animaux ont été sacrifiés en utilisant une anesthésie légère et leurs nerfs sciatiques ont été immédiatement récoltés, placés dans des cassettes et fixés dans du formol neutre à 10% pendant au moins 48 heures; Par la suite les échantillons sont prêts à être placés dans un automate de type Leika TP1020 (Figure 51, 52) (Hanini *et al.*, 2011 ; Trabelsi *et al.*, 2013).

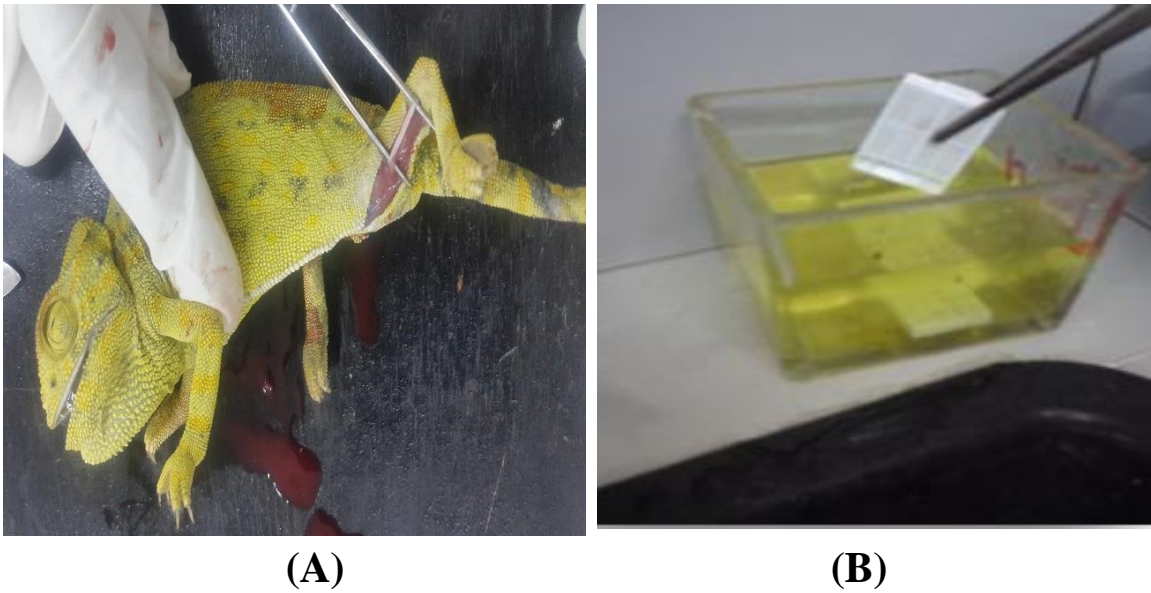


Figure 49: (A) extraction du nerf sciatique. (B) Des cassettes contenant les nerfs sciatiques fixés dans du formol neutre à 10% (© Azzouz, 2015).

3.2.2. Déshydratation et éclaircissement

Les échantillons subissent une déshydratation à l'aide d'un automate (Leika TP1020) dans lequel ils ont été transférés dans des bains différents d'alcool, de toluène et de paraffine durant 24 heures (Figure 52).

Tout d'abord, la déshydratation : Cette opération vise à extraire l'eau des tissus par trempage des échantillons dans sept bains successifs d'alcool (éthanol) en concentration croissante, un bain d'alcool à 80° (1h00), trois bains d'alcool à 95° (1^{er} Bain:1h00, 2^{eme} et 3^{eme} bain: 1h30) ensuite 3 bains d'alcool à 100° (1^{er} bain:1h00, 2^{eme} et 3^{eme} bain: 1h30).

Ensuite, l'éclaircissement à travers le xylène : c'est un solvant qui remplace l'agent de déshydratation (alcool) et permettra une pénétration rapide de la paraffine dans le tissu. Cette étape se déroule en trois bains successifs de xylène (1^{er} Bain :2h00, 2^{eme} bain : 2h30 et 3^{eme} bain : 1h30).

L'étape finale consiste à utiliser deux bains de paraffine à 57 ° C pour imprégner les échantillons (1^{er} et 2^{eme} bain: 2h00).

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

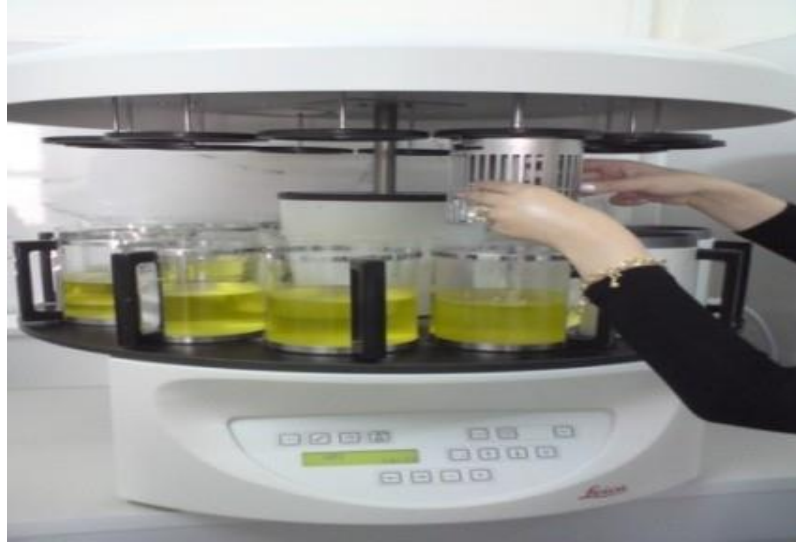


Figure 50: Automate de déshydratation (Leica TP1020) (© Azzouz, 2015)

3.2.3. Inclusion

Les échantillons sont revêtus de blocs de paraffine. La préparation des blocs a été effectuée avec un distributeur de paraffine et une plaque froide (15°C) qui permet l'orientation de l'échantillon. Ensuite, la coupe est réalisée selon des procédés usuels en utilisant un microtome à une épaisseur de 3 microns (Figure 53).

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

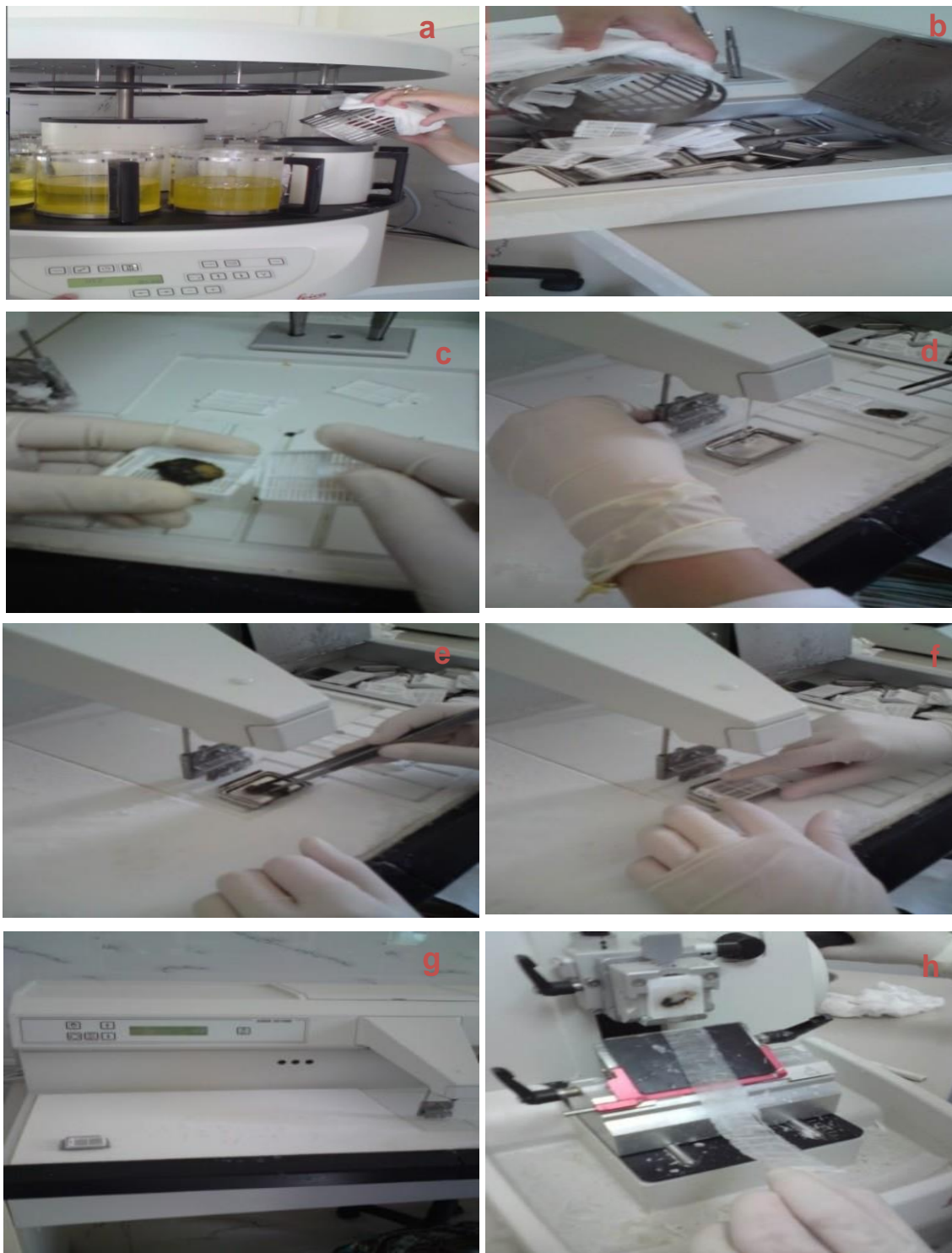


Figure 51: Le système d'inclusion et la réalisation des coupes (© Azzouz, 2015)

A-Sortie des cassettes

B-Transfert des cassettes.

C- Enlèvement du couvercle de la cassette.

D-Verser la paraffine.

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

E-Dépôt et orientation du tisse dans le moule.

F-Inclusion du tissu à l'aide de la cassette.

G-Cassette au froid.

H-La coupe des blocs à l'aide du microtome

3.2.4. Coloration tinctoriale à l'hématoxyline éosine (HE)

C'est une coloration tinctoriale qui permet d'étudier la topographie générale des tissus, la cytologie et les lésions. L'hématoxyline est le colorant le plus utilisé en technique histologique.

Le protocole de cette coloration est le suivant :

3.2.5. Déparaffinage

1/ Toluène pendant 10 minutes

3.2.6. Réhydratation

2/ Alcool absolu pendant 5 minutes

3/ Alcool dilué pendant 5 minutes

4/ Eau courante - trempage

3.2.7. Coloration

6/ Hémalum pendant 10 minutes

7/ Eau pendant 10 minutes

8/ Eosine pendant 5 minutes

9/ Eau – trempage

3.2.8. Déshydratation

8/ Alcool dilué pendant 5 minutes

9/ Alcool absolu pendant 5 minutes

10/ Toluène pendant 10 minutes

11/ Montage à l'Eukitt entre lame et lamelle.

Cette coloration permet une bonne étude topographique des tissus, elle colore le noyau en bleu et les structures cytoplasmiques et intercellulaires en rose.

3.3. Interprétation des coupes histologiques

Les sections de tissus ont été examinées et les images ont été capturées avec un microscope d'analyse d'image automatique (Leica Qwin) (Hanini *et al.*, 2011 ; Trabelsi *et al.*, 2013). Le traitement de l'image a été réalisé avec le logiciel ImageJ (Trabelsi *et al.*, 2013) dans

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

le but d'évaluer le nombre de cellules de Schwann au cours de l'évolution chez les quatre espèces (Grenouille, Caméléon, Poussin et lapin), le taux de dégénérescence de la myéline après une ligature du nerf sciatique et le taux de régénération après injection de fer dans le sac lymphatique de la grenouille.

3.4. Méthode de calcul des cellules de Schwann des nerfs sciatiques chez quatre espèces (Grenouille, caméléon, poussin et lapin)

La méthode de calcul de la topographie des cellules de Schwann chez les différentes espèces a été réalisée selon le modèle présenté dans la figure. 29.

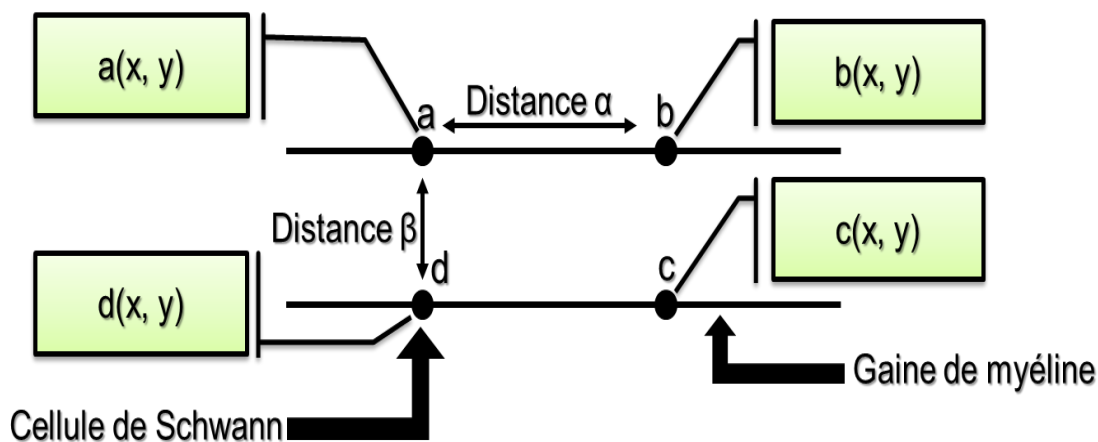


Figure 52: Méthodes de calcul de la topographie des cellules de Schwann dans différentes espèces. Les points (a, b, c, d) donnent les coordonnées x et y (© Azzouz, 2017).

3.5. La pose des ligatures sur les nerfs sciatiques et le traitement avec le fer

Les grenouilles (*Rana esculenta*) pesant 150-200g ont été réparties au hasard en trois groupes: groupe témoin (n = 6), groupe ligaturé (n = 6) et ligature + traité avec du sulfate de fer (FeSO₄) (n = 6). Les nerfs sciatiques ont été ligaturés pendant 72 heures par l'application de deux ligatures de nylon étroitement liées autour du nerf sciatique à 0,5 cm de distance, ~ 1 cm distal au tendon du muscle obturatorinternus. Après les ligatures, les grenouilles ont reçu une solution de sulfate de fer (1,50 mg / kg de FeSO₄) par injection dans le sac lymphatique. Au troisième jour, les segments proximaux des échantillons de nerf sciatique (n = 6) ont été obtenus après décapitation des grenouilles (*Rana esculenta*) puis récoltés afin d'étudier les coupes histologiques (Figure 50).

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

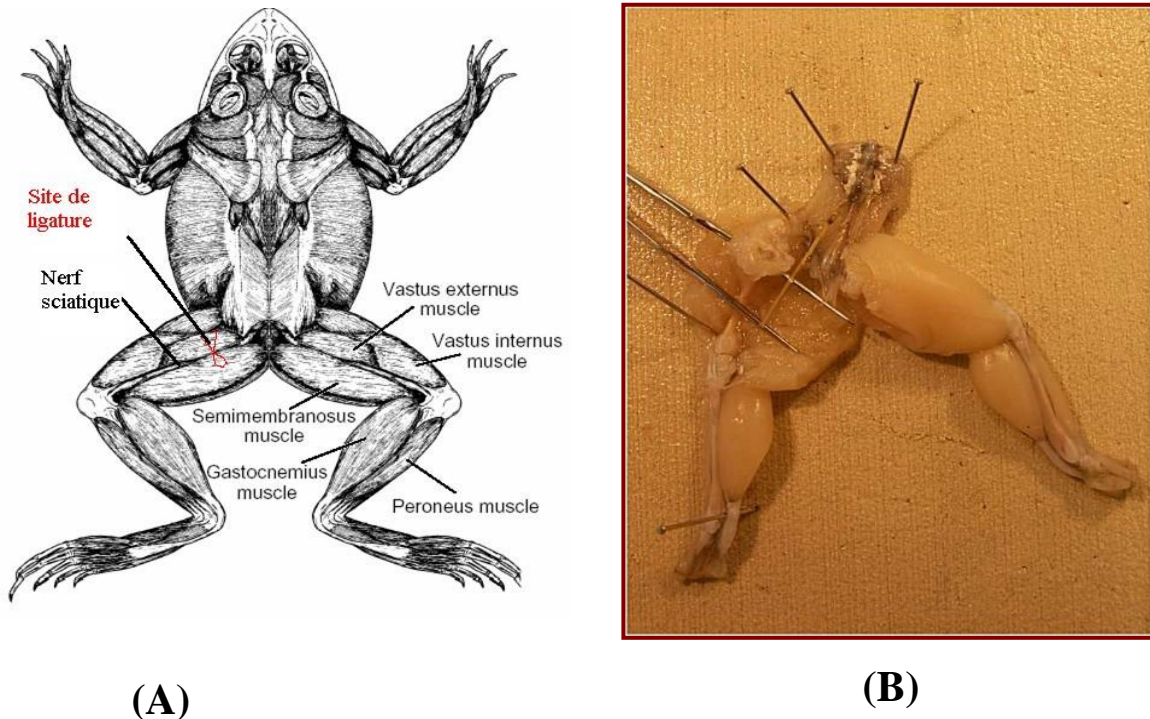


Figure 53: (A) Ligature du nerf sciatique. (B) extraction du nerf sciatique (in Abdelmelek, 2008)

4. Résultats

La conversion de la température ambiante en intensité du champ magnétique s'effectue en utilisant l'équation Aurore (Baba-Ahmed et al ; 2019).

4.1. Évolution de la résistance électrique normalisée (R / R_a) du nerf sciatique en termes de température T ($^{\circ}K$) chez les quatre espèces

Chez la grenouille, le nerf sciatique était posé sur les contacts électriques. L'analyse montre trois zones :

- ✚ Une augmentation $dR / dT > 0$ montrant un comportement semi-conducteur ;
- ✚ Suivi par une chute brutale entre T_{conset} et T_{c0} indiquant la présence d'une transition résistive ;
- ✚ Une troisième zone indiquant la présence d'un comportement supraconducteur.

Ensuite, les contacts ont été insérés dans le nerf sciatique de la grenouille.

L'analyse de la figure 48 montre trois zones :

- ✚ Une diminution linéaire $dR / dT < 0$ observée pour $239^{\circ}K < T < 300^{\circ}K$ montrant un comportement métallique ;
- ✚ Suivi par une chute brutale entre T_{conset} et T_{c0} en dessous de $235^{\circ}K$ indiquant la présence d'une transition résistive ;
- ✚ Une troisième zone indiquant la présence d'un comportement supraconducteur.

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

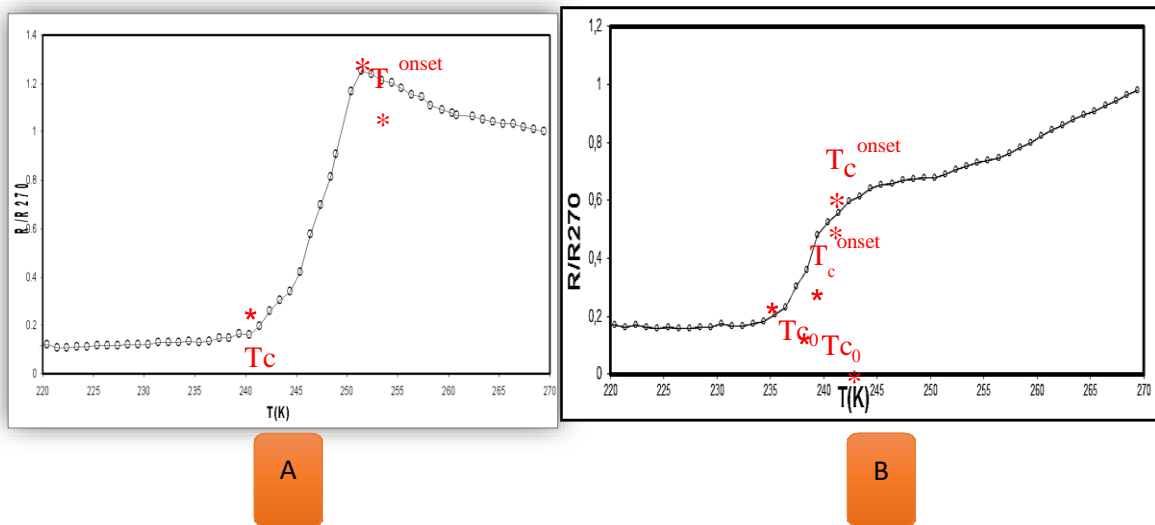


Figure 54: Évolution de la résistance électrique normalisée (R / R_a) du nerf sciatique de la grenouille en termes de température T ($^{\circ}\text{K}$), (A) enregistrement externe avec des câbles d'or, (B) enregistrement interne avec des câbles d'or ($\Delta T = 252-241 = 11\text{K}$).

Chez le caméléon, lorsque le nerf sciatique était posé sur les contacts électriques, une stabilité de la résistivité du nerf a été observée pour $252^{\circ}\text{K} < T < 300^{\circ}\text{K}$ et une élévation brusque de la conductivité a été enregistré en dessous de 240°K (Figure 55). Puis, à des températures inférieures à 240°K , la résistivité du nerf reste constante montrant un comportement supraconducteur.

De plus, chez le poussin, une augmentation de la résistivité du nerf sciatique a été observée pour $280^{\circ}\text{K} < T < 300^{\circ}\text{K}$ et une élévation brusque de la conductivité a été observée en dessous de 244°K , indiquant un comportement supraconducteur (Figure 55).

Enfin chez le lapin, une diminution de la résistivité du nerf sciatique a été observée pour $258^{\circ}\text{K} < T < 298^{\circ}\text{K}$ et une élévation brusque de la conductivité a été observée en dessous de 258°K (Figure 49).

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

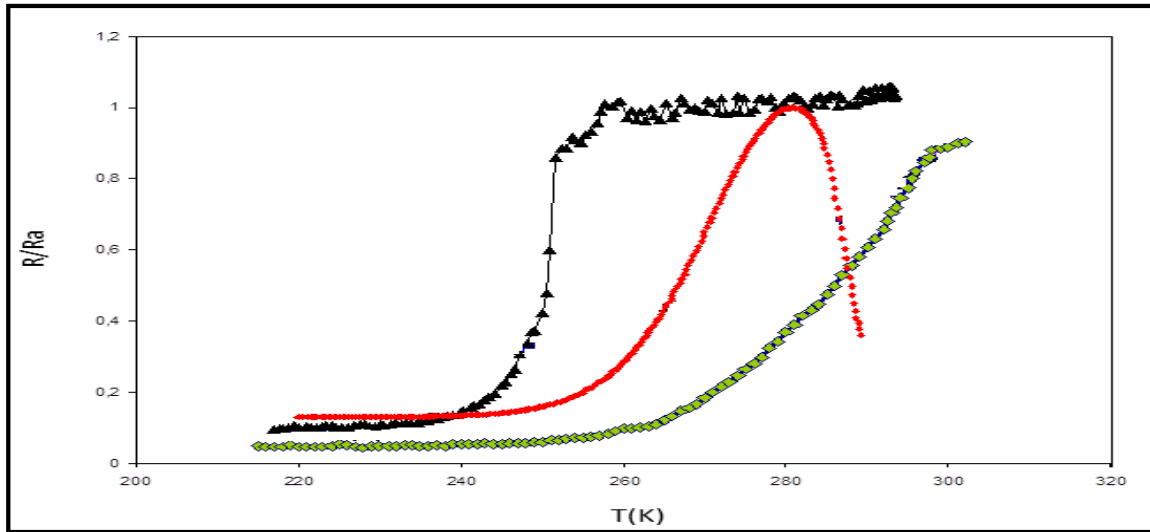


Figure 55: Comparaison du comportement électrique à basse température des nerfs sciatiques du caméléon (flèches), du poussin (ligne pointillée) et du lapin (carreaux).

La présente étude a révélé que l'évolution des quatre espèces animales des poikilothermes vers l'homéothermes augmente la moyenne de ΔT de 11,50 à 38,00 (les valeurs de la température critique : T_c , T_{conset} et T_{c0} ont été utilisées pour le calcul de ΔT des différents nerfs dans le tableau 1).

Tableau 1: Température de transition des nerfs sciatiques du caméléon, de la grenouille, du poussin et du lapin. Température de transition des nerfs sciatiques du caméléon, de la grenouille, du poussin et du lapin. Les valeurs sont données en moyenne \pm SEM, pour des groupes de 6 animaux chacun, la moyenne ΔT (K) de l'endotherme a été comparée aux poikilotherm ***

Tc (K)	Tconset(K)	Tc0 (K)	ΔT (K)	La moyenne ΔT (K)	
Grenouille	238 \pm 0,05	252 \pm 0,08	241 \pm 0,09	11 \pm 0,04	Poikilotherm 11,50 \pm 0,22
Caméléon	238 \pm 0,07	252 \pm 0,09	240 \pm 0,04	12 \pm 0,02	
Poussin	240 \pm 0,02	280 \pm 0,05	244 \pm 0,07	36 \pm 0,01	Endotherm 38,00 \pm 0,89***
Lapin	245 \pm 0,01	298 \pm 0,08	258 \pm 0,06	40 \pm 0,03	

4.2. Sections histologiques

Les sections longitudinales des nerfs sciatiques montrent la présence de fibres nerveuses avec des cellules de Schwann entourant la gaine de myéline de la grenouille (Figure 50a), le

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

caméléon (Figure 56), le poussin (Figure 56c) et le lapin (Figure 56d).

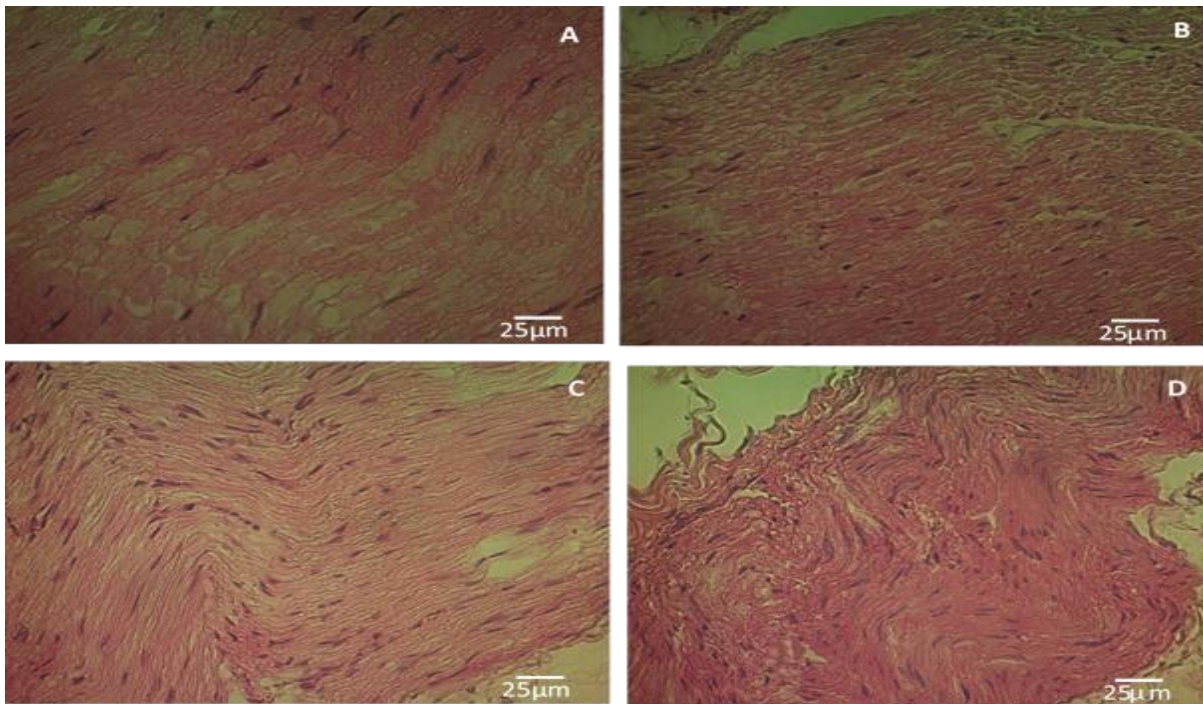
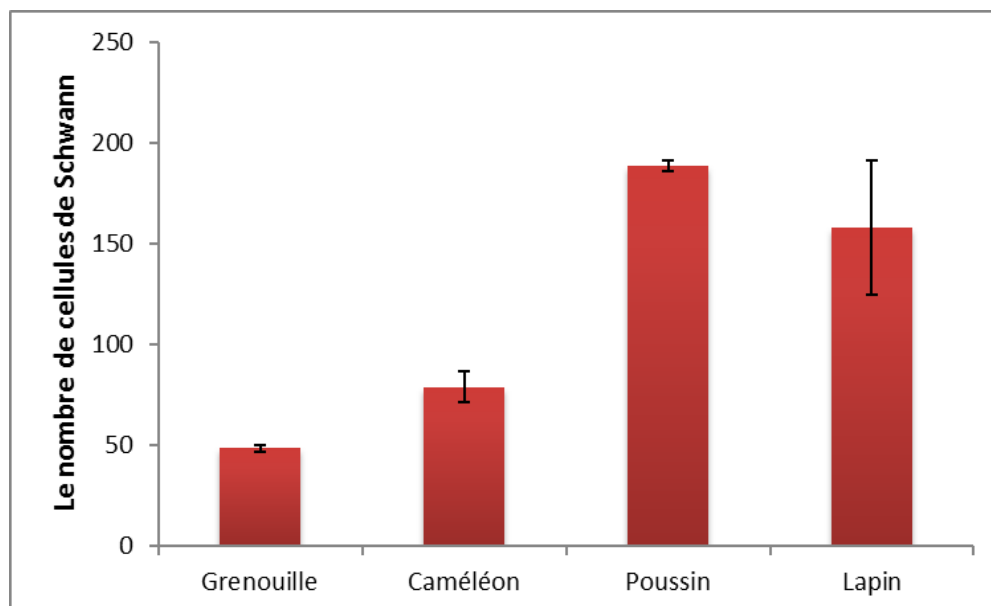


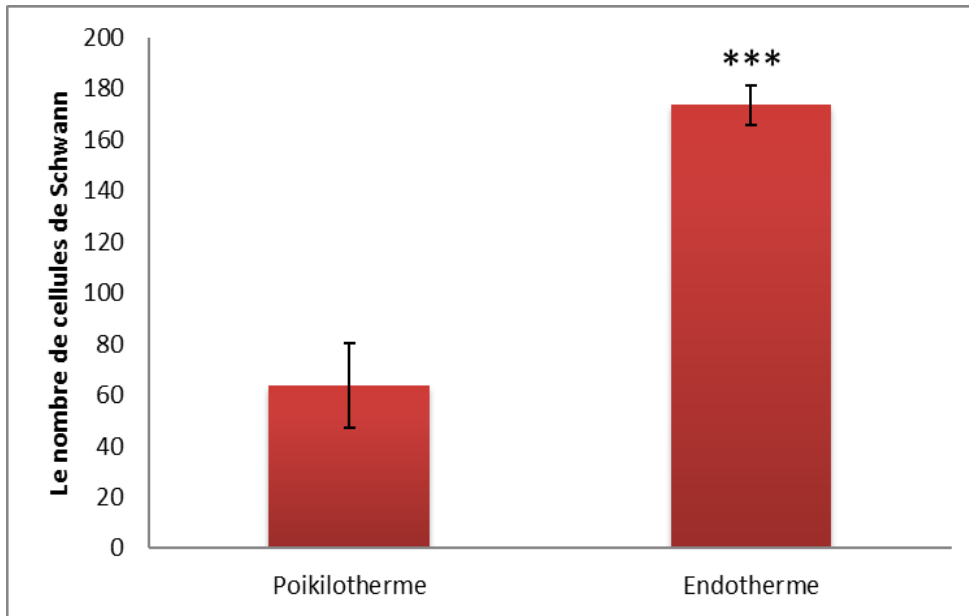
Figure 56: Sections longitudinales du nerf sciatique : (A) grenouille, (B) caméléon, (C) poussin et (D) lapin (Hematoxyline-Eosine X40).

L'évaluation du nombre de cellules de Schwann a été effectuée à l'aide du logiciel Image J (Trabelsi et al 2013). L'analyse des données a révélé que le nombre des cellules de Schwann est plus élevé chez les homéothermes comparés aux poïkilothermes ($170,50 \pm 16,55$ vs $60,75 \pm 7,70$, *** $p = 0,0001$) (Figure 57).



CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

A



B

Figure 57: Nombre de cellules de Schwann (A) chez quatre espèces : grenouille, caméléon, poussin et lapin ; (B) chez les poikilothermes vs endothermes. Les valeurs sont données comme la moyenne \pm SEM pour les groupes de 6 animaux chacun, le nombre de cellules de Schwann des endothermes poikilothermes vs endothermes. * $P < 0,0001$.**

De plus, notre analyse basée sur le calcul des cellules de Schwann selon notre modèle de leur disposition dans la figure 57 révèle qu'au cours de l'évolution la densité des cellules augmente chez les quatre espèces étudiées.

4.3. Application de l'Equation Aurore :

Nos travaux montrent clairement la corrélation de la température avec le champ magnétique notre hypothèse suggère un effet de la température sur le métabolisme énergétique et la supraconductivité dans le système nerveux d'une part et l'effet du champ magnétique sur le mécanisme de myélinisation et le nombre de plis .

4.3.1. Application de l'Equation Aurore Grenouille :

Tableau 2: Application de l'équation Aurore grenouille

CM	CM _c	CM _{Concet}	CM _{c0}	Δ CM

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

GRENOUILLE	-35.15	-21.15	-32.15	-262.15
-------------------	---------------	---------------	---------------	----------------

4.3.2. Application de l'Equation Aurore Caméléon :

Tableau 3: Application de l'équation Aurore caméléon

CM	CM c	CM Concet	CM c0	ΔCM
CAMELEON	-35.15	-21.15	-33.15	-2613.15

4.3.3. Application de l'Equation Aurore Poussin :

Tableau 4: Application de l'équation Aurore poussin

CM	CM c	CM C oncet	CM c0	ΔCM
POUSSIN	-33.15	+6.85	-29.15	-237.15

4.3.4. Application de l'Equation Aurore Lapin :

Tableau 5: Application de l'équation Aurore lapin

CM	CM c	CM C oncet	CM c0	ΔCM
LAPIN	-28.15	+24.85	-15.15	-233.15

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

5. Discussion

Actuellement la majorité des chercheurs expliquent l'évolution des espèces animales par l'impact de la température ambiante sur le métabolisme énergétique et le comportement animal.

Notre approche innovante plaide en faveur de l'implication du champ magnétique sur l'évolution de la température du globe expliquant en partie le changement climatique et son effet sur l'évolution des espèces animales.

La présente étude indique une diminution brutale de la résistivité des nerfs à basse température chez les quatre espèces étudiées. La diminution de la résistivité à basse température montre la présence d'un comportement supraconducteur-like. L'analyse des propriétés électriques a démontré clairement une translation de la température critique (T_c) des poïkilothermes (grenouille, caméléon) vs homéothermes (oiseaux, lapin). Les améliorations électriques en fonction de la température et du champ magnétique ont été associées à l'augmentation du nombre de cellules de Schwann au cours de l'évolution des espèces animales.

Des résultats antérieurs ont démontré l'existence d'un comportement de type supraconducteur dans le nerf sciatique de la grenouille (Abdelmelek et al, 2003a; 2003c; Mbainibeye et al, 2012).

La compréhension des fonctions complexes du système nerveux au cours de l'évolution nécessite une approche multidisciplinaire basée sur les propriétés électriques et / ou neurochimiques des nerfs (Abdelmelek et al, 2000; 2003a; 2003b; 2003c). Selon nos résultats, la diminution marquée de la résistivité à basse température a été observée chez toutes les espèces étudiées. Le comportement électrique observé pourrait être médié par un mécanisme ayant de nombreuses similitudes avec les supraconducteurs organiques ou inorganiques (Schön et al, 2000; Kasumov et al, 2001; Abdelmelek et al, 2003a; 2003c; Mbainibeye et al 2012). Le comportement électrique a été divisé en deux groupes : le premier groupe avec T_c en dessous de 260 K (grenouille et caméléon) et le second groupe avec un T_c en dessus de 260 K (oiseau et lapin). Ainsi, la diminution ou l'augmentation de la température a un effet proportionnel sur la résistivité du nerf sciatique chez les quatre espèces, indiquant l'intégrité de la structure durant la phase descendante et ascendante de la température au niveau du cryostat. Ces résultats pourraient être expliqués par des propriétés anatomiques fondamentales et fonctionnelles des nerfs qui pourraient expliquer en partie la transition dans la température critique (T_c) observée.

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

Il est intéressant de noter que l'utilisation de ΔCM comme marqueur de l'hétérogénéité pourrait être utile pour mieux comprendre les changements fondamentaux anatomiques et fonctionnels au cours de l'évolution des espèces (Abdelmelek et al, 2003a). L'évolution des espèces a augmenté le ΔCM des poïkilothermes ($\Delta CM : 0 \text{ nT}$) aux homéothermes ($\Delta CM: -5.00 \text{ nT}$), montrant une augmentation de la complexité des structures nerveuses qui leur permettant de travailler comme un supraconducteur à haute température. Par ailleurs, le ΔCM entre la valeur minimale poïkilotherme et la valeur maximale endotherme est égale à -7.00 nT .

Les études histologiques ont démontré une augmentation significative du nombre de cellules de Schwann au cours de l'évolution, comme le montrent les figures 56 (a, b, c, d), indiquant une corrélation entre la quantité de la gaine de myéline et l'amélioration des propriétés électriques des nerfs à basse température chez les quatre espèces étudiées. En effet, Abdelmelek et al., (2003) et Mbainibeye et al., (2012) ont montré que le comportement de type supraconducteur est lié au développement de la fonction métabolique, au développement de la myéline et l'arrangement tridimensionnel des protéines et des canaux ioniques. Adam et Friede (1988), Martin et al, (2008) ont constaté que l'épaisseur relative des gaines de myéline est corrélée avec l'évolution des espèces. Nos données démontrent que la distance entre les cellules de Schwann (a-b, b-c) est plus faible chez les homéothermes par rapport aux poïkilothermes, indiquant probablement que l'angle de repliement des gaines de myéline est considéré comme indice évolutif. Cependant, l'analyse des données (Figure 56) a révélé que la myélinisation durant l'évolution était corrélée à l'augmentation de la densité des cellules de Schwann. Tous les résultats concordent avec notre modèle de disposition des cellules de Schwann, ce qui indique que chez les poïkilothermes la distance (entre les cellules de Schwann) est plus élevée que chez les homéothermes.

En fait, la vitesse de propagation pour les neurones moteurs des mammifères est de 10 à 120 mètres / sec, alors que pour les neurones sensoriels non myélinisés, elle est de 5 à 25 mètres / s (Kenneth, 1996 ; Ahmed et al, 2012). Les fibres nerveuses conduisent l'influx nerveux très rapidement parce que la gaine de myéline forme les nœuds de Ranvier, ce qui permet à l'impulsion nerveuse de sauter d'un nœud à un autre et de voyager plus rapidement (Abdelmelek et al, 2003a). Dans le nerf, le mécanisme de la conduction saltatoire sur les parties des nerfs dépourvues de myéline et la supraconductivité présentent de nombreuses similitudes. De plus, le changement de gradient du comportement supraconducteur-like dans le système nerveux, des poïkilothermes aux homéothermes, est corrélé au degré de myélinisation (Abdelmelek et al, 2003a).

CHAPITRE III : Evolution du champ magnétique terrestre de la température ambiante et son impact sur l'évolution des espèces animales.

6. Conclusion

La présente étude a indiqué pour la première fois, à notre connaissance, que les basses températures induisent une diminution de la résistivité des nerfs chez les quatre espèces étudiées, montrant un comportement supraconducteur-like. Les données montrent clairement une translation de la température (T_c) et des poïkilothermes aux homéothermes, indiquant des changements adaptatifs des nerfs au cours de l'évolution confirmée par l'augmentation des gaines de myéline qui ont été corrélées au nombre et la densité des cellules de Schwann.

Discussion générale

Le changement climatique pourrait résulter des phénomènes naturels, anthropiques ou influencé par un environnement lointain d'ordre cosmique. Actuellement, le débat se déroule dans les différentes conférences internationales sur le climat (COP22) pour évaluer la responsabilité de l'Homme dans ce phénomène. Par ailleurs, il faut rechercher les différents mécanismes modulant la température du globe indépendamment des activités anthropiques.

Pour des raisons purement méthodologiques nous avons retenu la ville de New York (USA) pour confirmer ou infirmer notre hypothèse de travail qui tourne autour de la modulation de la température du globe par les variations du champ magnétique terrestre. L'analyse de l'évolution de T_a est complète pour les cent années dans la région de NY (USA) ce qui justifie le choix de la ville. Nos travaux indiquent des fluctuations de ErMF dans la ville de New York (USA). L'analyse des fluctuations montrent une chute linéaire de ErMF avec trois sections (AB ; BC ; CD). En revanche, la fourchette s'étalant de 1946 et 1976 (30 ans) montre une certaine stabilité d'ErMF. Nos recherches montrent une certaine cohérence entre l'évolution de l'ErMF et de la T_a à la ville de New York. L'ensemble des travaux nous a donné une équation mathématique Aurore qui intègre les deux paramètres à savoir l'ErMF et la T_a) : Eq [1]. $B = p_1 * T + p_2$.

Au vu de ces résultats, on pourrait expliquer que les futures fluctuations de l'ErMF sont en partie responsables des anomalies de la température du globe. En dehors des activités anthropiques, il existe plusieurs théories expliquant les changements climatiques récents i) la première rapporte que l'augmentation du ErMF rend l'espace perméable à l'entrée de particules chargées (anomalie positive) conduisant à une hausse de température. En plus, les récents travaux ont montré l'existence des corrélations entre les variations périodiques du ErMF, de l'éruption solaire, des rayons cosmiques, et le changement climatique. ii) un deuxième mécanisme pourrait être proposé impliquant une possible réduction de la couche d'ozone (Souza et al 2008 ; Solanki et al, 2013 ; Bhaskar et al 2017) iii) Enfin, un troisième mécanisme basé sur les effets de l'intensité des particules ErMF sur la modulation de la solubilité du CO₂ dans l'océan. En somme, tous ces mécanismes basés sur la modulation de la T_a par le ErMF pourraient apporter des éclaircissements sur le réchauffement climatique.

La composante cyclique et naturelle du changement climatique doit être discutée afin de pouvoir évaluer le pourcentage de l'impact des activités anthropiques sur ce mécanisme. Il est important de mentionner que depuis le début du cénozoïque, la tendance générale est au refroidissement comme le cas de la formation des calottes du Groenland, des Laurentides et de Scandinavie. Par conséquent durant cette même période la terre est en glaciation appelée la

glaciation cénozoïque. Généralement on nomme stade glaciaire ou période glaciaire les périodes de refroidissement qui favorisent l'extension des calottes glaciaires et le stade interglaciaire s'accompagne par un réchauffement et une réduction des calottes glaciaires.

Aux congrès internationaux de géologie de Londres (1984) et d'Alger (1952), la limite tertiaire-Quaternaire est fixée à -1,8 Ma, date de la première grande détérioration climatique en Europe et date de l'évènement paléo-magnétique d'Olduvai. Un accord s'est instauré, sur des bases paléo-magnétiques, pour placer la base du Quaternaire à 2,59 Ma (Gradstein, 2004) et pour intégrer le Quaternaire dans le Cénozoïque.

En Europe du Nord et en Amérique du Nord avec l'avancé de l'inlandsis depuis l'Arctique jusqu'à la latitude de New York et à 35m de la surface des continents on trouve des couches de glace lors du plus fort stade glaciaire (Elster). Ce phénomène est plus visible dans l'arctique que dans l'antarctique. Une conséquence de ces périodes glaciaires est la baisse du niveau des océans. Ainsi, les périodes glaciaires et interglaciaires conditionnent le comportement animal et Humain et l'expansion de la végétation.

Les périodes glaciaires représentent une contrainte thermique et énergétique pour la cellule animale et végétale. L'adaptation de la faune et de la flore nécessite le développement de nouvelles stratégies et de nouveaux mécanismes biologiques. Actuellement la majorité des biologistes expliquent l'évolution des espèces animales des poïkilothermes, hibernants aux endothermes par des adaptations métaboliques à des conditions extrêmes de température.

Notre méthodologie innovante en bioclimatologie plaide en faveur de l'implication du champ magnétique dans la modulation de la Ta et l'évolution des espèces animales. La présente recherche vise à montrer le changement de management de l'énergie dans le corps et le système nerveux durant les périodes glaciaires et interglaciaires. L'étude d'un mécanisme de réduction de la dissipation de l'énergie dans les nerfs a été étudiée afin de comprendre le degré d'adaptation du système nerveux dans sa composante neuroanatomique, histologique et fonctionnelle chez des espèces poïkilothermes et endothermes. Les résultats au niveau du nerf sciatique des quatre espèces indiquent une diminution brutale de la résistivité des nerfs à basse température. La diminution de la résistivité pourrait être expliquée par la présence d'un comportement supraconducteur-like dans les nerfs. En plus, l'analyse des propriétés électriques a montré la présence d'une translation de la température critique (Tc) des poïkilothermes (grenouille, caméléon) vers les Tc des homéothermes (oiseaux, lapin). Les améliorations du supra conducteur pourraient être associées au nombre de cellules de Schwann.

La compréhension des fonctions complexes du système nerveux au cours de l'évolution nécessite une approche multidisciplinaire basée sur les propriétés électriques et / ou neurochimiques des nerfs précédemment abordés par Abdelmelek et al (2000 ; 2003a ; 2003b ; 2003c). Le comportement électrique observé pourrait avoir des similitudes avec les supraconducteurs organiques ou inorganiques (Schön et al, 2000 ; Kasumov et al, 2001 ; Abdelmelek et al, 2003a ; 2003c ; Mbainabeye et al 2012). Ainsi, la diminution ou l'augmentation de la température a un effet proportionnel sur la résistivité du nerf sciatique chez les quatre espèces, indiquant l'intégrité de la structure durant la phase descendante et ascendante de la température au niveau du cryostat. Il est intéressant de noter que l'utilisation du ΔCM comme marqueur de l'hétérogénéité pourrait être utile pour mieux comprendre les changements fondamentaux anatomiques et fonctionnels au cours de l'évolution des espèces (Abdelmelek et al, 2003a). L'évolution des espèces a augmenté le ΔCM des poïkilothermes ($\Delta CM : 0 \text{ nT}$) aux homéothermes ($\Delta CM: -5.00 \text{ nT}$), montrant une augmentation de la complexité des structures nerveuses qui leur permettant de travailler comme un supraconducteur à haute température. Par ailleurs ; le ΔCM entre la valeur minimale poïkilotherme et la valeur maximale endotherme est égale à -7.00 nT . Par ailleurs, les études histologiques ont démontré une augmentation du nombre de cellules de Schwann au cours de l'évolution, indiquant une corrélation entre le degré de myélinisation et l'amélioration des propriétés électriques des nerfs. En effet, Abdelmelek et al., (2003) et Mbainabeye et al., (2012) ont démontré que le comportement supraconducteur est lié au développement de la fonction métabolique et le développement de la gaine de myéline. De même, Adam et Friede (1988), Martin et al, (2008) ont constaté que l'épaisseur relative des gaines de myéline est corrélée avec l'évolution des espèces. Nos résultats montrent que la distance entre les cellules de Schwann (a-b, b-c) est faible chez les homéothermes par rapport aux poïkilothermes, indiquant que l'angle de repliement des gaines de myéline est modulé par l'évolution des espèces et pourrait être utilisé comme indice évolutif.

Dans les nerfs, le mécanisme de la conduction saltatoire présente plusieurs similitudes avec le comportement supraconducteur-like. La conduction saltatoire et la supraconductivité sont des mécanismes de management de l'énergie, de l'espace, et du temps i) Economie d'énergie ii) économie d'espace et iii) économie du temps.

Conclusion générale

L'objectif de ce travail vise à étudier i) l'influence des fluctuations du champ magnétique terrestre sur la température ambiante dans diverses régions du globe et en particulier la ville de New York (USA) pour la validation du modèle et l'appliquer à d'autres pays et ii) l'impact du changement climatique sur les propriétés électriques des nerfs au cours de l'évolution des espèces animales notamment chez les poïkilothermes et les endothermes. Les principaux résultats montrent avec l'équation Aurore la présence d'une corrélation entre le champ magnétique et la température ambiante. En plus, la fluctuation du champ magnétique explique la transition de la température critique de transition (comportement supraconducteur) des nerfs au cours de l'évolution.

Comme perspectives nous proposons de :

- Vérifier l'exactitude de l'équation Aurore dans d'autres régions du globe (Pôlenord et sud et puis l'équateur).
- Détermination Équations Aurore Europe, Aurore Afrique, Aurore Globe.
- Développer un modèle basé sur l'analyse de l'évolution du champ magnétique et son impact sur le changement climatique.

Bibliographie

- Abdelmelek et al., (2003). sciatic nerve monoaminergic system responses to cold acclimatization in muscovy duckling. *J Neural Transm* 110:1359-67.
- Abdelmelek H, Chater S, Sakly M. (2001) Acute exposure to magnetic field depresses shivering thermogenesis in rat. *J. Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering*. 46: 164-166.
- Abdelmelek H, Cottet-Emard JM, Pequignot JM, Barré H. (2003b). Sciatic nerve monoaminergic system responses to cold acclimatization in Muscovy duckling. *J Neural Transm* 110:1359-67.
- Abdelmelek H, Cottet-Emard JM, Pequignot JM, Barré H. (2000). Changes with age in spinal cord monoaminergic system responses to cold acclimatization. *J. Neural. Transm.* 107: 1175-1185.
- Abdelmelek H, M. Ben Salem, M. Sakly and M. Pitkänen. (2004). Electrical Superconductor-like behaviour through nerves. *Neurocomputing (soumis)*
- Abdelmelek H, M'Chirgui A, Ben Salem M, Sakly M. (2003a). Impact of evolution on the electrical properties of sciatic nerves: Superconductivity-like. *Physical and Chemical News* (in press).
- Abdelmelek, H, El-May Ben Hamouda A, Ben Salem M, Pequignot JM, Sakly M. (2003c). Electrical conduction through nerve and DNA. *Chinese Journal of Physiology* 46: 1-8.
- Abdelmelek, H., Amara S., M'Chirgui, A., Ben Salem, M and Sakly, M. (2002). Effects of acute exposure to magnetic field on sciatic nerve electrical properties: Biosuperconductivity. *Biomag* 2002: 1109-1115.
- Alexander L.V., Zhang X., Peterson T.C., Caesar J., Gleason B., Klein Tank A.M.G., Haylock M., Collins D., Trewin B., Rahimzadeh F., Tagipour A., Rupa Kumar K., Revadekar J., Griffiths G., Vincent L., Stephenson D.B., Burn J., Aguilar E., Brunet M., Taylor M., New M., Zhai P., Rusticucci M., Vazquez Aguirre J.L. (2006) Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, vol.111, D05109.
- Andrey J., Knapper C. (2003) Weather and Transportation in Canada. Rapport du Département de Géographie de l'université de Waterloo.
- Aurélia N. (2014). Mécanisme de résistance à la chimiothérapie dans les gliomes de haut grade de l'enfant : Implication des systèmes de répartition de l'ADN et de l'hypoxie intra-tumorale. Thèse de doctorat, Université de Strasbourg
- Bader S., Bantle H. (2004) Das Schweizer Klima im Trend - Temperatur- und Niederschlagsentwicklung 1864-2001. Bericht MeteoSchweiz, n°68.
- Backus, G., Parker, R., Constable, C., 1996. Foundations of geomagnetism. Cambridge Univ. Press, New York.
- Beniston M., Stephenson D.B., Christensen O.B., Ferro C.A.T., Frei C., Goyette S., Halsnaes K., Holt T., Jylhä K., Koffi B., Palutikof J., Schöll R., Semmler T., Woth K. (2007) Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climatic Change*, vol.81, pp.71-95.
- Bhaskar, A., Ramesh, D., Vichare, G., Koganti, T., and Gurubaran, S., 2017, Quantitative assessment of drivers of recent global temperature variability: an information theoretic approach. *Clim. Dyn*, 49, 3877–3886.
- Birch, 1964. Density and composition of the Earth's interior. *J. Geophys. Res.* 69, 4377–4388.
- Blot S. (1991). Electrodiagnostic des maladies neuromusculaires. *Point Vét.* 23, 585-595
- Bonhommet, N., Babkine, J., 1967. Sur la présence de directions inversées dans la chaîne des Puys. *C. R. Acad. Sci. Paris* 264, 92–94
- Bourgoin, M., Marié, L., Pétrélis, F., Guigon, C. G. A., Luciani, J. B., Moulin, M., Namer, F., Burguete, J., Chiffaudel, A., Daviaud, F., Odier, P., Pinton, J. F., 2002.
- Brown S.J., Caesar J., Ferro C.A.T. (2008) Global changes in extreme daily temperature since 1950. *Journal of Geophysical Research*, vol113, D05115.
- Brunhes, B., 1906. Recherche sur la direction d'aimantation des roches volcaniques. *J. Phys.* 5, 705–724.
- Bucha, V., 1976, Variations of the geomagnetic field, the climate and weather. *Stud. Geophys. Geod*, 20, 149–167.
- Camps, P., Henry, B., Nicolaysen, K., Plenier, G., 2007. Statistical properties of paleomagnetic directions in Kerguelen lava flows : Implications for the late Oligocene paleomagnetic field. *J. Geophys. Res.* 112, doi :10.1029/2006JB004648.
- Camps, P., Prévot, M., 1996. A statistical model of the fluctuations in the geomagnetic field from paleosecular variation to reversal. *Science* 273, 776–779.
- Camps, P., Singer, B., Carvallo, C., Goguitchaichvili, A., Fanjat, G., Allen, B., 2011. The Kamikatsura

event and the Matuyama-Brunhes reversal recorded in lavas from Tjörnes Peninsula, northern Iceland. *Earth Planet. Sci. Lett.* 310, 33–44.

Cancino Julián. (2005). *Approche théorique et expérimentale des principes fondamentaux de la supraconductivité*. Thèse de doctorat, Université De Genève Faculté Des Sciences.

Chaline J., 2006. *Quoi de neuf depuis Darwin ?* Paris : Ellipses

Christl, M., Mangini, A., Holzkämper, S., and Spötl, C., 2004, Evidence for a link between the flux of galactic cosmic rays and earth's climate during the past 200,000 years. *J. Atmos. Sol. Terr. Phys.* 66, 313–322.

Commission of the European Communities. (2007) *Adapting to climate change in Europe – options for EU action*. Green Paper, COM(2007) 354 final.

Constable, C., Korte, M., 2006. Is Earth's magnetic field reversing? *Earth Planet. Sci. Lett.* 246(1?2), 1?16.

Courtillet, V., Le Mouél, J., 2007. The study of Earth's magnetism (1269-1950) : A foundation by Peregrinus and subsequent development of geomagnetism and paleomagnetism. *Reviews of Geophysics* 45, RG3008, doi :10.1029/2006RG000198

Cyril Jaggi M. (1998). *Segmentation par méthode markovienne de l'encéphale humain en imagerie par résonance magnétique : théorie, mise en oeuvre et évaluation*. Thèse de doctorat, Université de Caen/Basse-Normandie

Crompton A W and Jenkins F A. (1973). *Mammals from Reptiles: A Review of Mammalian Origins*. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*. Vol. 1:131-155. [https:// doi.org/ 10.1146/annurev.ea.01.050173.001023](https://doi.org/10.1146/annurev.ea.01.050173.001023)

Duguet E, Vasseur S, Mornet S, Devoisselle JM. (2006). Magnetic nanoparticles and their applications in medicine. *Nanomed*;1(2):157–68.

Duncan ID. (1980). Peripheral nerve disease in the dog and cat. *Vet. Clin. North Am. (Small Anim. Pract.)*, 10, 177-211

Easterling D.R., Meehl G.A., Parmesan C., Changnon S.A., Karl T.R., Mearns L.O. (2000) *Climate Extremes: Observations, Modeling, and Impacts*. *Science*, vol.289, pp.2068-2074.

Etourneau J. (1986). *Les matériaux supraconducteurs : problèmes et perspectives d'utilisation*. *Nouvelles orientations des recherches*. *Revue Phys. Appliqué*. P150. doi : 10.1051/rphysap:019860021011064900.

Frich P., Alexander L.V., Della-Marta P., Gleason B., Haylock M., Klein Tank A.M.G., Peterson T. (2002) *Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century*. *Climate Research*, vol.19, pp.193-212.

Fuhrer L. (1996). *Les Examens complémentaires dans les syndromes neuromusculaires*. *Electrodiagnostic et biopsie musculaires et nerveuses*. *Point Vét.*, 27 (172), 823832

Gailitis et al., 2001; Stieglitz and Müller, 2001, Bourgoin et al., 2002.

Gallet, Y., Genevet, A., and Fluteau, F., 2005, Does earth's magnetic field secular variation control centennial climate change?. *Earth Planet Sci. Lett.* 236, 339–347.

Gallet, Y., Genevey, A., Le Goff, M., 2002. Three millennia of directional variation of the Earth's magnetic field in western Europe as revealed by archeological artefacts. *Phys. Earth Planet. Int.* 131, 81–89.

Gay-Garcia C., Estrada F., Sánchez A. (2009) *Global and hemispheric temperatures revisited*. *Climatic Change*, vol.94, pp.333-349.

Gilbert, W., 1600. *De Magnete*. Chiswick Press, London

Gubbins, D., Bloxham, J., 1985. Geomagnetic field analysis III. Magnetic fields on the core-mantle boundary. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* 80, 695?713

Hulot, G., Eymin, C., Langlais, B., Manda, M., Olsen, N., 2002. Small-scale structure of the geodynamo inferred from Oersted and Magsat satellite data. *Nature* 416, 620–623

Hulot, G., Lhuillier, F., Aubert, J., 2010. Earth's dynamo limit of predictability. *Geophys. Res. Lett.* 37, L06305, doi :10.1029/2009GL041869.

IPCC, 2007 : *Climate Change 2007 : The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 p

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2007) *Climate Change 2007*. IPCC Fourth Assessment Report.

Jackson, A., Jonkers, A. R. T., Walker, M. R., 2000. Four centuries of geomagnetic secular variation from historical records. *Philos. Trans. R. Soc. London Ser. A* 358, 957–990.

Jon H. Kaas. (2013). The Evolution of Brains from Early Mammals to Humans. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci.* Jan-Feb; 4(1): 33–45. doi: 10.1002/wcs.1206.

Jon H. Kaas. (2017). The Organization of Neocortex in Early Mammals. *Evolution of Nervous Systems (Second Edition)*. Volume 2, Pages 87-101.

Jones P.D., Moberg A. (2003) Hemispheric and Large-Scale Surface Air Temperature Variations: An Extensive Revision and an Update to 2001. *Journal of Climate*, vol.16, pp.206-223. 2003.

Jones P.D., New M., Parker D.E., Martin S., Rigor I.G. (1999) Surface Air Temperature and its Changes over the past 150 Years. *Reviews of Geophysics*, vol.37, pp.173-199.

Jones P.D., New M., Parker D.E., Martin S., Rigor I.G. (1999) Surface Air Temperature and its Changes over the past 150 Years. *Reviews of Geophysics*, vol.37, pp.173-199.

J Zachos, M Pagani, L Sloan, E Thomas, K Billups ;(2001) , Trends, rhythms, and aberrations in global climate 65 Ma to present. *science* 292 (5517), 686-693.

Katz R.W., Brown B.G. (1992) Extreme Events in a Changing Climate: Variability is more important than Averages. *Climatic Change*, vol.21, pp.289-302.

Kitaba, I., Hyodo, M., Katoh, S., Dettman, D.L., and Sato, H., 2003, Midlatitude cooling caused by geomagnetic field minimum during polarity reversal. *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 110, 1215–1220.

Klein Tank A.M.G., Können G.P., 2003, Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe. 1946–99. *Journal of Climate*, vol.16, pp.3665-3680.

Kok, Y., Tauxe, L., 1996. Saw-toothed pattern of relative paleointensity records and cumulative viscous remanence. *Earth Planet. Sci. Lett.* 137, 95–99.

Lehmann, I., 1936. P? Bureau Central Sismologique International 14, 87?115

Lesur, V., Wardinski, I., Hamoudi, M., Rother, M., 2010. The second generation of the GFZ Reference Internal Magnetic Model-GRIMM-2. *Earth Planets and Space* 62(10), 765–773.

Lesur, V., Wardinski, I., Rother, M., Mandea, M., 2008. GRIMM : the GFZ Reference Internal Magnetic Model based on vector stallite and observatory data. *Geophys. J. Int.* 173(2), 382–394.

Mandea, M., Holme, R., Pais, A., Pinheiro, K., Jackson, A., Verbanac, G., 2010. Geomagnetic jerks : Rapid core field variations and core dynamics. *Space Sci. Rev.*, DOI 10.1007/s11214–010–9663–x.

Mangin P and Kahn R. (2013). *Supraconductiv : Introduction*. EDP Sciences. ISBN 978-2-7598-0657-7.

Martin PM1, Cifuentes-Diaz C, Garcia M, Goutebroze L, Girault JA. (2008). Axon and Schwann cells... so far away, so close. *j.neurol.* 164:1057-62.

McFadden, P. L., Merrill, R. T., 1996. Sawtooth paleointensity and reversals of the geomagnetic field. *Phys. Earth Planet. Int.* 103, 247–252.

Morin-G. (2006). Parenté entre les êtres vivants fossiles et actuels, Phylogénèse, Evolution La recherche de lien de parentés parmi les Vertébrés. *Cour Terminale S Lycée Montaigne SVT*

Nomura T. and Hirata T. (2017). The Neocortical Homologues in Nonmammalian Amniotes: Bridging the Hierarchical Concepts of Homology Through Comparative Neurogenesis. *Evolution of Nervous Systems (Second Edition)*. Volume 2, Pages 195-204,

Obermeier B, Daneman R, and Ranshoff R.M. (2013). Development, maintenance and disruption of the blood-brain barrier. *Nat.Med.* 19, 1584-1596.

OcCC – Organe consultatif sur les changements climatiques (2003) Evénements extrêmes et changements climatiques. *Rapport de l’OcCC*.

OcCC – Organe consultatif sur les changements climatiques (2007) Les changements climatiques et la Suisse en 2050 - Impacts attendus sur l’environnement, la société et l’économie. *Rapport de l’OcCC*.

OcCC – Organe consultatif sur les changements climatiques (2008) Le climat change – que faire ? – Le nouveau rapport des Nations Unies sur le climat (GIEC 2007) et ses principaux résultats dans l’optique de la Suisse. *Rapport de l’OcCC*.

OcCC – Organe consultatif sur les changements climatiques (2009) Jahresbericht 2008. *Rapport annuel de l’OcCC*.

Olivier. H. M. (1987). *Veterinary neurology*. Toronto: WB Saunders Company. 554p

Olsen, N., Holme, R., Hulot, G., Sabaka, T., Neubert, T., Toffner-Clausen, L., Primdahl, F., Jorgensen, J., Léger, J.-M., Barraclough, D., Bloxham, J., Cain, J., Constable, C., Golovkov, V., Jackson, A., Kotzé, P., Langlais, B., Macmillan, S., Mandea, M., Merayo, J., Newitt, L., Purucker, M., Risbo, T., M. Stampe A. Thomson, C. V., 2000. Orsted initial field model. *Geophys. Resear. Lett.* 27, 3607–3610.

Olsen, N., Mandea, M., Sabaka, T. J., Toffner-Clausen, L., 2009. CHAOS-2 : A magnetic field model derived from one decade of continuous satellite data. *Geophys. J. Int.* 179 (3), 1477–1487.

Olsen, N., Luhr, H., Sabaka, T. J., Mandea, M., Rother, M., Toffner-Clausen, L., Choi, S., 2006. CHAOS : a model of the Earth’s magnetic field derived from CHAMP, Orsted, and SAC-C magnetic satellite

data. *Geophys. J. Int.* 166, 67–75.

Olson, P., Amit, H., 2006. Changes in Earth's dipole. *Naturwissenschaften* 93 :519?542, doi.org/10.1007/s00114-006-0138-6.

Olson, P., Coe, R.S., Driscoll, P., Glatzmaier, G., Roberts, P., 2010. Geodynamo reversal frequency and heterogeneous core-mantle boundary heat flow. *Phys. Earth Planet. Int.* 180, 66–79.

Olson, P., Driscoll, P., Amit, H., 2009. Dipole collapse and reversal precursors in a numerical dynamo. *Phys. Earth Planet. Int.* 173, 121 – 140.

Olson, P., Glatzmaier, G.A., Coe, R.S., 2011. Complex polarity reversals in a geodynamo model. *Earth Planet. Sci. Lett.* 304, 168 – 179.

Eymin and Hulot, 2005;

Pavlov, V., Gallet, Y., 2005. A third superchron during the early Paleozoic. *Episodes* 28, 1–7.

Pavón-Carrasco, F.J., Osete, M.L., Torta, J.M., and Gaya-Piqué, L.R., 2008, A Regional Archaeomagnetic Model for the Palaeointensity in Europe for the last 2000 Years and its Implications for Climatic Change. *Pure Appl. Geophys.* 165, 1209–1225.

Per E. Ahlberg and Andrew R. Milner. (1994). The origin and early diversification of tetrapods. *Nature* vol 368.

ProClim - Forum for Climate and Global Change (2010) Les arguments des climatosceptiques. Informations au sujet de la recherche sur le climat et le changement global, n°29, novembre 2010.

R.B. Alley, (2004) NOAA Paleoclimatology Program And World Data Center for Paleoclimatology, Boulder.

Riche Céline. (2006). La polyneuropathie héréditaire du Leonberg: caractérisation clinique, électromyographique et génétique. Thèse doctorale Ecole Nationale Vétérinaire D'alfort.

Rich KM, Alexander TD, Pryor JC, Hollowell JP. (1989). Nerve growth factor enhances regeneration through silicone chambers. *Exp Neurol* 105:162-170.

Robert L. Carroll. (1964). The earliest reptiles. *Zool J Linn Soc* 45 (304): 61-83. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1964.tb00488.x>

Robert L. Carroll. (1982). Early Evolution of Reptiles. *Annual Review of Ecology and Systematics*. Vol. 13:87-109. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.000511>.

Robert L. Carroll. (2001). The origin and early radiation of terrestrial vertebrates. *Journal of paleontology* 75(6):1202-1213. doi. Org /10.1666/0022-3360(2001)075

Robert. V.A, Casadevall, A. (2009). Vertebrate endothermy restricts most fungi as potential pathogens. *JID*, 200, 1623-1626

Robock A., Turco R.P., Harwell M.A., Ackerman T.P., Andressen R., Chang H.- S., Sivakumar M.V.K. (1993) Use of general circulation model output in the creation of climate change scenarios for impact analysis. *Climatic Change*, vol.23, pp.293-335.

Stevens a., Lowe J. (1993). Système nerveux. In : *Histologie*, Paris : Ed. Pradel, 206-225.

Snowball, I., and Muscheler, R., 2007, Palaeomagnetic intensity data: an Achilles heel of solar activity reconstructions. *Holocene*, 17, 851–859.

Solanki, S.K., Krivova, N.A., and Haigh, J.D., 2013, Solar Irradiance Variability and Climate. *Annu. Rev. Astron. Astr.* 51, 311–351.

Souza Echer, M.P., Echer, E., Nordemann, D.J.R., Rigozo, N.R., and Prestes, A., 2008, Wavelet analysis of a centennial (1895–1994) southern Brazil rainfall series (Pelotas, 31°46'19"S 52°20'33"W). *Clim. Change*, 87, 489–497.

Summers BA, Cummings J, De La Hunta A. (1995). Diseases of the peripheral nervous system. In: *Veterinary neuropathology*. St Louis: Ed. Mosby. 402- 481.

Svensmark, H., and Friis-Christensen, E., 1997, Variation of cosmic ray flux and global cloud coverage a missing link in solar-climate relationships. *J. Atm. Sol. Terr. Physics*, 59, 1225–1232.

Thouveny, N., Bourlès, D.L., Saracco, G., Carcaillet, J.T., and Bassinot, F., 2008, Paleoclimatic context of geomagnetic dipole lows and excursions in the Brunhes, clue for an orbital influence on the geodynamo?. *Earth Planet Sci. Lett.* 275, 269–284.

Transportation Research Board (2008) Potential impacts of climate change on U.S. transportation. Transportation Research Board – Special Report 290

Turner, G. M., Rasson, J. L., Reeves, C. V., 2007. Observation and measurement techniques. Vol. 6 : *Geomagnetism*. Elsevier Amsterdam.

Usoskin, I.G., and Kovaltsov, G.A., 2008, Cosmic rays and climate of the Earth Possible Connection. *C. R. Geoscience*, 340, 441–450.

Valet, J. P., Meynadier, L., Guyodo, Y., 2005. Geomagnetic dipole strength and reversal rate during the

past two million years. *Nature* 435, 802–805.

Wicht, J., Tilgner, A., 2010. Theory and modeling of planetary dynamos. *Space Sci. Rev.* 152, 501–542.

Wollin, G., Ericson, D.B., and Ryan, W.B.F., 1971, Magnetism of the Earth and climatic changes. *Earth Planet Sci. Lett.* 12, 175–183.

Wood, B. J., Walter, M. J., Wade, J., 2006. Accretion of the Earth and segregation of its core. *Nature* 441, 825–833.

World Meteorological Organization – WMO (2009) Guidelines on Analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation. Rapport WMO-TD No. 1500.

Young, B. (2008) Atlas d'histologie fonctionnelle de weather (de Boeck).

(cours de biologie en ligne, 2010)

<https://www.infoclimat.fr/> . Infoclima: Moteur de Recherche d'Archive Météo.

<http://www.medecine-cours.com/2013/01/barriere-hemato-encephalique-gardien-du.html>

<http://www.jpboiseret.eu/biologie/index.php/systeme/systeme-nerveux/27-communication-nerveuse>

<http://culturesciences.chimie.ens.fr/content/introduction-a-la-spectroscopie-infrarouge-ir-754>

site web 1: <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html> National Climatic Data Center (2011).

site web 2: <https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web> (source www.ncdc.noaa.gov/)

site web 3 <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag-web/?useFullSite=true>. National Center For Environmental Information, Magnetic Field Calculators.

site web 4 <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html> National Climatic Data Center (2011).

site web 5 IPCC, 2007

site web 6 IPCC, 2007

site web 7 National Climatic Data Center (2011) <http://www.ncdc.noaa.gov/oa/ncdc.html>.

ANNEXE

	Date	Date	Day	Month	Year	Temp(°C)	B(microTesla)	Nanotesla (* 10 6)
1	01/01/2016	42370,00	01	01	2016	1,39	5185,72	5,18572
2	01/02/2016	42401,00	01	02	2016	3,17	5184,80	5,1848
3	01/03/2016	42430,00	01	03	2016	9,39	5183,94	5,18394
4	01/04/2016	42461,00	01	04	2016	11,83	5183,03	5,18303
5	01/05/2016	42491,00	01	05	2016	17,11	5182,14	5,18214
6	01/06/2016	42522,00	01	06	2016	22,39	5181,22	5,18122
7	01/07/2016	42552,00	01	07	2016	25,94	5180,33	5,18033
8	01/08/2016	42583,00	01	08	2016	26,22	5179,41	5,17941
9	01/09/2016	42614,00	01	09	2016	22,11	5178,50	5,1785
10	01/10/2016	42644,00	01	10	2016	14,89	5177,61	5,17761
11	01/11/2016	42675,00	01	11	2016	9,89	5176,69	5,17669
12	01/12/2016	42705,00	01	12	2016	3,50	5175,80	5,1758
13	01/01/2015	42005,00	01	01	2015	-1,17	5196,57	5,19657
14	01/02/2015	42036,00	01	02	2015	-4,50	5195,65	5,19565
15	01/03/2015	42064,00	01	03	2015	3,39	5194,79	5,19479
16	01/04/2015	42095,00	01	04	2015	12,39	5193,87	5,19387
17	01/05/2015	42125,00	01	05	2015	20,28	5192,98	5,19298
18	01/06/2015	42156,00	01	06	2015	21,78	5192,06	5,19206
19	01/07/2015	42186,00	01	07	2015	26,00	5191,17	5,19117
20	01/08/2015	42217,00	01	08	2015	26,11	5190,25	5,19025
21	01/09/2015	42248,00	01	09	2015	23,61	5189,34	5,18934
22	01/10/2015	42278,00	01	10	2015	14,44	5188,45	5,18845
23	01/11/2015	42309,00	01	11	2015	11,56	5187,53	5,18753
24	01/12/2015	42339,00	01	12	2015	10,44	5186,64	5,18664
25	01/01/2014	41640,00	01	01	2014	-1,89	5208,27	5,20827
26	01/02/2014	41671,00	01	02	2014	-0,22	5207,28	5,20728
27	01/03/2014	41699,00	01	03	2014	3,17	5206,35	5,20635
28	01/04/2014	41730,00	01	04	2014	11,28	5205,36	5,20536
29	01/05/2014	41760,00	01	05	2014	17,78	5204,40	5,2044
30	01/06/2014	41791,00	01	06	2014	22,50	5203,41	5,20341
31	01/07/2014	41821,00	01	07	2014	24,50	5202,45	5,20245
32	01/08/2014	41852,00	01	08	2014	23,61	5201,46	5,20146
33	01/09/2014	41883,00	01	09	2014	20,94	5200,47	5,20047
34	01/10/2014	41913,00	01	10	2014	15,33	5199,51	5,19951
35	01/11/2014	41944,00	01	11	2014	7,39	5198,52	5,19852
36	01/12/2014	41974,00	01	12	2014	4,72	5197,56	5,19756
37	01/01/2013	41275,00	01	01	2013	1,72	5219,98	5,21998
38	01/02/2013	41306,00	01	02	2013	1,06	5218,99	5,21899
39	01/03/2013	41334,00	01	03	2013	4,50	5218,06	5,21806
40	01/04/2013	41365,00	01	04	2013	11,67	5217,07	5,21707
41	01/05/2013	41395,00	01	05	2013	17,11	5216,11	5,21611
42	01/06/2013	41426,00	01	06	2013	22,61	5215,12	5,21512
43	01/07/2013	41456,00	01	07	2013	26,56	5214,16	5,21416
44	01/08/2013	41487,00	01	08	2013	23,67	5213,16	5,21316
45	01/09/2013	41518,00	01	09	2013	19,94	5212,17	5,21217

46	01/10/2013	41548,00	01	10	2013	15,67	5211,21	5,21121
47	01/11/2013	41579,00	01	11	2013	7,39	5210,22	5,21022
48	01/12/2013	41609,00	01	12	2013	3,61	5209,26	5,20926
49	01/01/2012	40909,00	01	01	2012	2,94	5231,71	5,23171
50	01/02/2012	40940,00	01	02	2012	4,94	5230,72	5,23072
51	01/03/2012	40969,00	01	03	2012	10,50	5229,79	5,22979
52	01/04/2012	41000,00	01	04	2012	12,67	5228,80	5,2288
53	01/05/2012	41030,00	01	05	2012	18,39	5227,83	5,22783
54	01/06/2012	41061,00	01	06	2012	21,67	5226,84	5,22684
55	01/07/2012	41091,00	01	07	2012	26,00	5225,88	5,22588
56	01/08/2012	41122,00	01	08	2012	24,83	5224,89	5,22489
57	01/09/2012	41153,00	01	09	2012	20,44	5223,89	5,22389
58	01/10/2012	41183,00	01	10	2012	14,44	5222,93	5,22293
59	01/11/2012	41214,00	01	11	2012	6,61	5221,94	5,22194
60	01/12/2012	41244,00	01	12	2012	5,28	5220,98	5,22098
61	01/01/2011	40544,00	01	01	2011	-1,28	5243,46	5,24346
62	01/02/2011	40575,00	01	02	2011	2,22	5242,47	5,24247
63	01/03/2011	40603,00	01	03	2011	5,72	5241,54	5,24154
64	01/04/2011	40634,00	01	04	2011	12,39	5240,54	5,24054
65	01/05/2011	40664,00	01	05	2011	18,06	5239,58	5,23958
66	01/06/2011	40695,00	01	06	2011	22,39	5238,58	5,23858
67	01/07/2011	40725,00	01	07	2011	26,78	5237,62	5,23762
68	01/08/2011	40756,00	01	08	2011	24,06	5236,62	5,23662
69	01/09/2011	40787,00	01	09	2011	21,11	5235,63	5,23563
70	01/10/2011	40817,00	01	10	2011	13,94	5234,67	5,23467
71	01/11/2011	40848,00	01	11	2011	11,06	5233,67	5,23367
72	01/12/2011	40878,00	01	12	2011	6,28	5232,71	5,23271
73	01/01/2010	40179,00	01	01	2010	0,28	5255,23	5,25523
74	01/02/2010	40210,00	01	02	2010	0,61	5254,23	5,25423
75	01/03/2010	40238,00	01	03	2010	9,00	5253,30	5,2533
76	01/04/2010	40269,00	01	04	2010	14,39	5252,30	5,2523
77	01/05/2010	40299,00	01	05	2010	18,50	5251,34	5,25134
78	01/06/2010	40330,00	01	06	2010	23,72	5250,34	5,25034
79	01/07/2010	40360,00	01	07	2010	27,39	5249,37	5,24937
80	01/08/2010	40391,00	01	08	2010	25,22	5248,38	5,24838
81	01/09/2010	40422,00	01	09	2010	21,72	5247,38	5,24738
82	01/10/2010	40452,00	01	10	2010	14,50	5246,42	5,24642
83	01/11/2010	40483,00	01	11	2010	8,83	5245,42	5,24542
84	01/12/2010	40513,00	01	12	2010	0,44	5244,46	5,24446
85	01/01/2009	39814,00	01	01	2009	-2,28	5266,94	5,26694
86	01/02/2009	39845,00	01	02	2009	2,61	5265,95	5,26595
87	01/03/2009	39873,00	01	03	2009	5,78	5265,02	5,26502
88	01/04/2009	39904,00	01	04	2009	12,50	5264,02	5,26402
89	01/05/2009	39934,00	01	05	2009	16,94	5263,06	5,26306
90	01/06/2009	39965,00	01	06	2009	19,72	5262,07	5,26207
91	01/07/2009	39995,00	01	07	2009	22,61	5261,11	5,26111
92	01/08/2009	40026,00	01	08	2009	24,28	5260,12	5,26012
93	01/09/2009	40057,00	01	09	2009	19,06	5259,13	5,25913

94	01/10/2009	40087,00	01	10	2009	12,78	5258,17	5,25817
95	01/11/2009	40118,00	01	11	2009	10,67	5257,18	5,25718
96	01/12/2009	40148,00	01	12	2009	2,17	5256,22	5,25622
97	01/01/2008	39448,00	01	01	2008	2,50	5278,67	5,27867
98	01/02/2008	39479,00	01	02	2008	2,11	5277,67	5,27767
99	01/03/2008	39508,00	01	03	2008	5,89	5276,74	5,27674
100	01/04/2008	39539,00	01	04	2008	12,72	5275,75	5,27575
101	01/05/2008	39569,00	01	05	2008	15,61	5274,79	5,27479
102	01/06/2008	39600,00	01	06	2008	23,33	5273,79	5,27379
103	01/07/2008	39630,00	01	07	2008	25,78	5272,83	5,27283
104	01/08/2008	39661,00	01	08	2008	23,22	5271,84	5,27184
105	01/09/2008	39692,00	01	09	2008	20,44	5270,85	5,27085
106	01/10/2008	39722,00	01	10	2008	12,83	5269,88	5,26988
107	01/11/2008	39753,00	01	11	2008	7,67	5268,89	5,26889
108	01/12/2008	39783,00	01	12	2008	3,39	5267,93	5,26793
109	01/01/2007	39083,00	01	01	2007	3,06	5290,41	5,29041
110	01/02/2007	39114,00	01	02	2007	-2,11	5289,42	5,28942
111	01/03/2007	39142,00	01	03	2007	5,67	5288,49	5,28849
112	01/04/2007	39173,00	01	04	2007	10,17	5287,49	5,28749
113	01/05/2007	39203,00	01	05	2007	18,44	5286,53	5,28653
114	01/06/2007	39234,00	01	06	2007	21,89	5285,53	5,28553
115	01/07/2007	39264,00	01	07	2007	23,89	5284,57	5,28457
116	01/08/2007	39295,00	01	08	2007	23,33	5283,58	5,28358
117	01/09/2007	39326,00	01	09	2007	21,28	5282,58	5,28258
118	01/10/2007	39356,00	01	10	2007	17,56	5281,62	5,28162
119	01/11/2007	39387,00	01	11	2007	7,44	5280,62	5,28062
120	01/12/2007	39417,00	01	12	2007	2,78	5279,66	5,27966
121	01/01/2006	38718,00	01	01	2006	4,94	5302,18	5,30218
122	01/02/2006	38749,00	01	02	2006	2,06	5301,18	5,30118
123	01/03/2006	38777,00	01	03	2006	6,17	5300,25	5,30025
124	01/04/2006	38808,00	01	04	2006	13,17	5299,25	5,29925
125	01/05/2006	38838,00	01	05	2006	17,28	5298,29	5,29829
126	01/06/2006	38869,00	01	06	2006	21,67	5297,29	5,29729
127	01/07/2006	38899,00	01	07	2006	25,50	5296,33	5,29633
128	01/08/2006	38930,00	01	08	2006	24,33	5295,33	5,29533
129	01/09/2006	38961,00	01	09	2006	19,22	5294,33	5,29433
130	01/10/2006	38991,00	01	10	2006	13,44	5293,37	5,29337
131	01/11/2006	39022,00	01	11	2006	11,06	5292,37	5,29237
132	01/12/2006	39052,00	01	12	2006	6,44	5291,41	5,29141
133	01/01/2005	38353,00	01	01	2005	-0,39	5313,96	5,31396
134	01/02/2005	38384,00	01	02	2005	2,50	5312,96	5,31296
135	01/03/2005	38412,00	01	03	2005	4,11	5312,02	5,31202
136	01/04/2005	38443,00	01	04	2005	12,83	5311,03	5,31103
137	01/05/2005	38473,00	01	05	2005	15,44	5310,06	5,31006
138	01/06/2005	38504,00	01	06	2005	23,33	5309,06	5,30906
139	01/07/2005	38534,00	01	07	2005	25,28	5308,10	5,30810
140	01/08/2005	38565,00	01	08	2005	26,50	5307,10	5,30710
141	01/09/2005	38596,00	01	09	2005	22,94	5306,10	5,30610

142	01/10/2005	38626,00	01	10	2005	14,39	5305,14	5,30514
143	01/11/2005	38657,00	01	11	2005	9,78	5304,14	5,30414
144	01/12/2005	38687,00	01	12	2005	1,83	5303,17	5,30317
145	01/01/2004	37987,00	01	01	2004	-4,06	5326,51	5,32651
146	01/02/2004	38018,00	01	02	2004	1,67	5325,44	5,32544
147	01/03/2004	38047,00	01	03	2004	6,39	5324,45	5,32445
148	01/04/2004	38078,00	01	04	2004	12,00	5323,38	5,32338
149	01/05/2004	38108,00	01	05	2004	18,44	5322,36	5,32236
150	01/06/2004	38139,00	01	06	2004	21,78	5321,29	5,32129
151	01/07/2004	38169,00	01	07	2004	23,61	5320,26	5,32026
152	01/08/2004	38200,00	01	08	2004	23,44	5319,20	5,3192
153	01/09/2004	38231,00	01	09	2004	20,72	5318,14	5,31814
154	01/10/2004	38261,00	01	10	2004	13,33	5317,11	5,31711
155	01/11/2004	38292,00	01	11	2004	9,00	5316,05	5,31605
156	01/12/2004	38322,00	01	12	2004	3,56	5315,02	5,31502
157	01/01/2003	37622,00	01	01	2003	-2,50	5339,07	5,33907
158	01/02/2003	37653,00	01	02	2003	-1,06	5338,01	5,33801
159	01/03/2003	37681,00	01	03	2003	6,17	5337,01	5,33701
160	01/04/2003	37712,00	01	04	2003	9,89	5335,95	5,33595
161	01/05/2003	37742,00	01	05	2003	14,83	5334,92	5,33492
162	01/06/2003	37773,00	01	06	2003	20,17	5333,85	5,33385
163	01/07/2003	37803,00	01	07	2003	24,33	5332,82	5,33282
164	01/08/2003	37834,00	01	08	2003	24,83	5331,76	5,33176
165	01/09/2003	37865,00	01	09	2003	19,94	5330,69	5,33069
166	01/10/2003	37895,00	01	10	2003	12,83	5329,66	5,32966
167	01/11/2003	37926,00	01	11	2003	10,00	5328,60	5,3286
168	01/12/2003	37956,00	01	12	2003	3,11	5327,57	5,32757
169	01/01/2002	37257,00	01	01	2002	4,39	5351,65	5,35165
170	01/02/2002	37288,00	01	02	2002	4,78	5350,59	5,35059
171	01/03/2002	37316,00	01	03	2002	6,72	5349,59	5,34959
172	01/04/2002	37347,00	01	04	2002	13,39	5348,52	5,34852
173	01/05/2002	37377,00	01	05	2002	15,94	5347,49	5,34749
174	01/06/2002	37408,00	01	06	2002	21,89	5346,43	5,34643
175	01/07/2002	37438,00	01	07	2002	26,00	5345,39	5,34539
176	01/08/2002	37469,00	01	08	2002	25,39	5344,33	5,34433
177	01/09/2002	37500,00	01	09	2002	21,22	5343,26	5,34326
178	01/10/2002	37530,00	01	10	2002	12,89	5342,23	5,34223
179	01/11/2002	37561,00	01	11	2002	7,78	5341,17	5,34117
180	01/12/2002	37591,00	01	12	2002	2,22	5340,14	5,34014
181	01/01/2001	36892,00	01	01	2001	0,89	5364,25	5,36425
182	01/02/2001	36923,00	01	02	2001	2,17	5363,18	5,36318
183	01/03/2001	36951,00	01	03	2001	4,22	5362,18	5,36218
184	01/04/2001	36982,00	01	04	2001	12,33	5361,12	5,36112
185	01/05/2001	37012,00	01	05	2001	17,67	5360,08	5,36008
186	01/06/2001	37043,00	01	06	2001	22,72	5359,02	5,35902
187	01/07/2001	37073,00	01	07	2001	22,89	5357,98	5,35798
188	01/08/2001	37104,00	01	08	2001	25,94	5356,92	5,35692
189	01/09/2001	37135,00	01	09	2001	19,83	5355,85	5,35585

190	01/10/2001	37165,00	01	10	2001	14,72	5354,82	5,35482
191	01/11/2001	37196,00	01	11	2001	11,50	5353,75	5,35375
192	01/12/2001	37226,00	01	12	2001	6,72	5352,72	5,35272
193	01/01/2000	36526,00	01	01	2000	-0,39	5376,86	5,37686
194	01/02/2000	36557,00	01	02	2000	2,94	5375,80	5,3758
195	01/03/2000	36586,00	01	03	2000	8,44	5374,80	5,3748
196	01/04/2000	36617,00	01	04	2000	10,56	5373,73	5,37373
197	01/05/2000	36647,00	01	05	2000	17,50	5372,69	5,37269
198	01/06/2000	36678,00	01	06	2000	21,83	5371,62	5,37162
199	01/07/2000	36708,00	01	07	2000	22,39	5370,59	5,37059
200	01/08/2000	36739,00	01	08	2000	22,61	5369,52	5,36952
201	01/09/2000	36770,00	01	09	2000	18,89	5368,45	5,36845
202	01/10/2000	36800,00	01	10	2000	13,89	5367,42	5,36742
203	01/11/2000	36831,00	01	11	2000	7,39	5366,35	5,36635
204	01/12/2000	36861,00	01	12	2000	-0,50	5365,32	5,36532
205	01/01/1999	36161,00	01	01	1999	1,06	5389,46	5,38946
206	01/02/1999	36192,00	01	02	1999	3,83	5388,40	5,3884
207	01/03/1999	36220,00	01	03	1999	5,83	5387,40	5,3874
208	01/04/1999	36251,00	01	04	1999	11,94	5386,33	5,38633
209	01/05/1999	36281,00	01	05	1999	17,28	5385,30	5,3853
210	01/06/1999	36312,00	01	06	1999	22,89	5384,23	5,38423
211	01/07/1999	36342,00	01	07	1999	27,44	5383,20	5,3832
212	01/08/1999	36373,00	01	08	1999	24,17	5382,13	5,38213
213	01/09/1999	36404,00	01	09	1999	20,61	5381,06	5,38106
214	01/10/1999	36434,00	01	10	1999	13,33	5380,03	5,38003
215	01/11/1999	36465,00	01	11	1999	10,33	5378,96	5,37896
216	01/12/1999	36495,00	01	12	1999	4,44	5377,93	5,37793
217	01/01/1998	35796,00	01	01	1998	4,44	5402,08	5,40208
218	01/02/1998	35827,00	01	02	1998	4,78	5401,01	5,40101
219	01/03/1998	35855,00	01	03	1998	7,44	5400,01	5,40001
220	01/04/1998	35886,00	01	04	1998	12,22	5398,94	5,39894
221	01/05/1998	35916,00	01	05	1998	17,94	5397,91	5,39791
222	01/06/1998	35947,00	01	06	1998	20,67	5396,84	5,39684
223	01/07/1998	35977,00	01	07	1998	24,72	5395,80	5,3958
224	01/08/1998	36008,00	01	08	1998	24,83	5394,73	5,39473
225	01/09/1998	36039,00	01	09	1998	21,22	5393,67	5,39367
226	01/10/1998	36069,00	01	10	1998	14,22	5392,63	5,39263
227	01/11/1998	36100,00	01	11	1998	8,94	5391,56	5,39156
228	01/12/1998	36130,00	01	12	1998	6,22	5390,53	5,39053
229	01/01/1997	35431,00	01	01	1997	0,11	5414,71	5,41471
230	01/02/1997	35462,00	01	02	1997	4,44	5413,64	5,41364
231	01/03/1997	35490,00	01	03	1997	5,50	5412,63	5,41263
232	01/04/1997	35521,00	01	04	1997	10,94	5411,56	5,41156
233	01/05/1997	35551,00	01	05	1997	15,22	5410,53	5,41053
234	01/06/1997	35582,00	01	06	1997	21,61	5409,46	5,40946
235	01/07/1997	35612,00	01	07	1997	24,33	5408,42	5,40842
236	01/08/1997	35643,00	01	08	1997	22,94	5407,35	5,40735
237	01/09/1997	35674,00	01	09	1997	19,44	5406,28	5,40628

238	01/10/1997	35704,00	01	10	1997	13,78	5405,25	5,40525
239	01/11/1997	35735,00	01	11	1997	6,94	5404,18	5,40418
240	01/12/1997	35765,00	01	12	1997	3,50	5403,15	5,40315
241	01/01/1996	35065,00	01	01	1996	-0,83	5427,35	5,42735
242	01/02/1996	35096,00	01	02	1996	1,06	5426,28	5,42628
243	01/03/1996	35125,00	01	03	1996	3,83	5425,27	5,42527
244	01/04/1996	35156,00	01	04	1996	11,22	5424,20	5,4242
245	01/05/1996	35186,00	01	05	1996	16,17	5423,17	5,42317
246	01/06/1996	35217,00	01	06	1996	21,89	5422,10	5,4221
247	01/07/1996	35247,00	01	07	1996	23,00	5421,06	5,42106
248	01/08/1996	35278,00	01	08	1996	23,61	5419,99	5,41999
249	01/09/1996	35309,00	01	09	1996	20,00	5418,92	5,41892
250	01/10/1996	35339,00	01	10	1996	13,56	5417,88	5,41788
251	01/11/1996	35370,00	01	11	1996	6,11	5416,81	5,41681
252	01/12/1996	35400,00	01	12	1996	5,17	5415,78	5,41578
253	01/01/1995	34700,00	01	01	1995	3,06	5440,01	5,44001
254	01/02/1995	34731,00	01	02	1995	-0,22	5438,93	5,43893
255	01/03/1995	34759,00	01	03	1995	7,22	5437,93	5,43793
256	01/04/1995	34790,00	01	04	1995	11,06	5436,86	5,43686
257	01/05/1995	34820,00	01	05	1995	16,61	5435,82	5,43582
258	01/06/1995	34851,00	01	06	1995	22,11	5434,75	5,43475
259	01/07/1995	34881,00	01	07	1995	26,22	5433,71	5,43371
260	01/08/1995	34912,00	01	08	1995	25,89	5432,64	5,43264
261	01/09/1995	34943,00	01	09	1995	20,17	5431,57	5,43157
262	01/10/1995	34973,00	01	10	1995	16,44	5430,53	5,43053
263	01/11/1995	35004,00	01	11	1995	6,44	5429,46	5,42946
264	01/12/1995	35034,00	01	12	1995	0,22	5428,42	5,42842
265	01/01/1994	34335,00	01	01	1994	-3,56	5449,72	5,44972
266	01/02/1994	34366,00	01	02	1994	-0,78	5448,89	5,44889
267	01/03/1994	34394,00	01	03	1994	4,83	5448,12	5,44812
268	01/04/1994	34425,00	01	04	1994	13,11	5447,30	5,4473
269	01/05/1994	34455,00	01	05	1994	16,56	5446,50	5,4465
270	01/06/1994	34486,00	01	06	1994	24,00	5445,68	5,44568
271	01/07/1994	34516,00	01	07	1994	26,33	5444,89	5,44489
272	01/08/1994	34547,00	01	08	1994	23,33	5444,06	5,44406
273	01/09/1994	34578,00	01	09	1994	19,78	5443,24	5,44324
274	01/10/1994	34608,00	01	10	1994	14,44	5442,45	5,44245
275	01/11/1994	34639,00	01	11	1994	11,11	5441,62	5,44162
276	01/12/1994	34669,00	01	12	1994	5,67	5440,83	5,44083
277	01/01/1993	33970,00	01	01	1993	2,39	5459,44	5,45944
278	01/02/1993	34001,00	01	02	1993	-0,67	5458,61	5,45861
279	01/03/1993	34029,00	01	03	1993	4,28	5457,84	5,45784
280	01/04/1993	34060,00	01	04	1993	11,83	5457,02	5,45702
281	01/05/1993	34090,00	01	05	1993	18,72	5456,22	5,45622
282	01/06/1993	34121,00	01	06	1993	22,94	5455,40	5,4554
283	01/07/1993	34151,00	01	07	1993	26,78	5454,60	5,4546
284	01/08/1993	34182,00	01	08	1993	25,11	5453,78	5,45378
285	01/09/1993	34213,00	01	09	1993	19,61	5452,96	5,45296

286	01/10/1993	34243,00	01	10	1993	13,33	5452,16	5,45216
287	01/11/1993	34274,00	01	11	1993	9,33	5451,34	5,45134
288	01/12/1993	34304,00	01	12	1993	2,94	5450,54	5,45054
289	01/01/1992	33604,00	01	01	1992	2,06	5469,17	5,46917
290	01/02/1992	33635,00	01	02	1992	2,44	5468,34	5,46834
291	01/03/1992	33664,00	01	03	1992	4,44	5467,57	5,46757
292	01/04/1992	33695,00	01	04	1992	10,28	5466,75	5,46675
293	01/05/1992	33725,00	01	05	1992	16,11	5465,95	5,46595
294	01/06/1992	33756,00	01	06	1992	21,28	5465,13	5,46513
295	01/07/1992	33786,00	01	07	1992	23,44	5464,33	5,46433
296	01/08/1992	33817,00	01	08	1992	22,78	5463,50	5,4635
297	01/09/1992	33848,00	01	09	1992	19,56	5462,68	5,46268
298	01/10/1992	33878,00	01	10	1992	12,50	5461,88	5,46188
299	01/11/1992	33909,00	01	11	1992	8,06	5461,06	5,46106
300	01/12/1992	33939,00	01	12	1992	3,28	5460,26	5,46026
301	01/01/1991	33239,00	01	01	1991	1,61	5478,91	5,47891
302	01/02/1991	33270,00	01	02	1991	4,44	5478,08	5,47808
303	01/03/1991	33298,00	01	03	1991	7,00	5477,31	5,47731
304	01/04/1991	33329,00	01	04	1991	13,17	5476,49	5,47649
305	01/05/1991	33359,00	01	05	1991	20,39	5475,69	5,47569
306	01/06/1991	33390,00	01	06	1991	23,39	5474,86	5,47486
307	01/07/1991	33420,00	01	07	1991	25,39	5474,06	5,47406
308	01/08/1991	33451,00	01	08	1991	25,06	5473,24	5,47324
309	01/09/1991	33482,00	01	09	1991	19,72	5472,41	5,47241
310	01/10/1991	33512,00	01	10	1991	14,67	5471,62	5,47162
311	01/11/1991	33543,00	01	11	1991	9,06	5470,79	5,47079
312	01/12/1991	33573,00	01	12	1991	4,22	5469,99	5,46999
313	01/01/1990	32874,00	01	01	1990	5,22	5488,66	5,48866
314	01/02/1990	32905,00	01	02	1990	4,33	5487,83	5,48783
315	01/03/1990	32933,00	01	03	1990	7,28	5487,06	5,48706
316	01/04/1990	32964,00	01	04	1990	11,94	5486,23	5,48623
317	01/05/1990	32994,00	01	05	1990	15,67	5485,44	5,48544
318	01/06/1990	33025,00	01	06	1990	22,28	5484,61	5,48461
319	01/07/1990	33055,00	01	07	1990	24,89	5483,81	5,48381
320	01/08/1990	33086,00	01	08	1990	24,06	5482,98	5,48298
321	01/09/1990	33117,00	01	09	1990	19,72	5482,16	5,48216
322	01/10/1990	33147,00	01	10	1990	16,61	5481,36	5,48136
323	01/11/1990	33178,00	01	11	1990	10,22	5480,53	5,48053
324	01/12/1990	33208,00	01	12	1990	5,89	5479,73	5,47973
325	01/01/1989	32509,00	01	01	1989	3,00	5497,88	5,49788
326	01/02/1989	32540,00	01	02	1989	1,39	5497,10	5,4971
327	01/03/1989	32568,00	01	03	1989	5,78	5496,37	5,49637
328	01/04/1989	32599,00	01	04	1989	11,22	5495,59	5,49559
329	01/05/1989	32629,00	01	05	1989	16,72	5494,83	5,49483
330	01/06/1989	32660,00	01	06	1989	22,22	5494,05	5,49405
331	01/07/1989	32690,00	01	07	1989	23,89	5493,29	5,49329
332	01/08/1989	32721,00	01	08	1989	23,33	5492,51	5,49251
333	01/09/1989	32752,00	01	09	1989	20,06	5491,73	5,49173

334	01/10/1989	32782,00	01	10	1989	14,56	5490,98	5,49098
335	01/11/1989	32813,00	01	11	1989	7,61	5490,20	5,4902
336	01/12/1989	32843,00	01	12	1989	-3,39	5489,44	5,48944
337	01/01/1988	32143,00	01	01	1988	-1,39	5507,11	5,50711
338	01/02/1988	32174,00	01	02	1988	1,67	5506,33	5,50633
339	01/03/1988	32203,00	01	03	1988	6,44	5505,60	5,5056
340	01/04/1988	32234,00	01	04	1988	10,67	5504,82	5,50482
341	01/05/1988	32264,00	01	05	1988	17,06	5504,06	5,50406
342	01/06/1988	32295,00	01	06	1988	22,11	5503,28	5,50328
343	01/07/1988	32325,00	01	07	1988	26,28	5502,52	5,50252
344	01/08/1988	32356,00	01	08	1988	26,00	5501,74	5,50174
345	01/09/1988	32387,00	01	09	1988	19,67	5500,96	5,50096
346	01/10/1988	32417,00	01	10	1988	11,56	5500,20	5,5002
347	01/11/1988	32448,00	01	11	1988	9,67	5499,42	5,49942
348	01/12/1988	32478,00	01	12	1988	2,17	5498,66	5,49866
349	01/01/1987	31778,00	01	01	1987	0,17	5516,36	5,51636
350	01/02/1987	31809,00	01	02	1987	0,67	5515,57	5,51557
351	01/03/1987	31837,00	01	03	1987	7,33	5514,84	5,51484
352	01/04/1987	31868,00	01	04	1987	11,89	5514,06	5,51406
353	01/05/1987	31898,00	01	05	1987	17,56	5513,30	5,5133
354	01/06/1987	31929,00	01	06	1987	22,67	5512,52	5,51252
355	01/07/1987	31959,00	01	07	1987	25,56	5511,76	5,51176
356	01/08/1987	31990,00	01	08	1987	23,44	5510,98	5,51098
357	01/09/1987	32021,00	01	09	1987	19,94	5510,19	5,51019
358	01/10/1987	32051,00	01	10	1987	12,11	5509,44	5,50944
359	01/11/1987	32082,00	01	11	1987	8,72	5508,65	5,50865
360	01/12/1987	32112,00	01	12	1987	4,17	5507,90	5,5079
361	01/01/1986	31413,00	01	01	1986	1,17	5525,61	5,52561
362	01/02/1986	31444,00	01	02	1986	0,00	5524,82	5,52482
363	01/03/1986	31472,00	01	03	1986	7,28	5524,09	5,52409
364	01/04/1986	31503,00	01	04	1986	12,50	5523,31	5,52331
365	01/05/1986	31533,00	01	05	1986	18,89	5522,55	5,52255
366	01/06/1986	31564,00	01	06	1986	22,00	5521,76	5,52176
367	01/07/1986	31594,00	01	07	1986	24,44	5521,01	5,52101
368	01/08/1986	31625,00	01	08	1986	22,83	5520,22	5,52022
369	01/09/1986	31656,00	01	09	1986	19,94	5519,44	5,51944
370	01/10/1986	31686,00	01	10	1986	14,44	5518,68	5,51868
371	01/11/1986	31717,00	01	11	1986	7,61	5517,90	5,5179
372	01/12/1986	31747,00	01	12	1986	3,89	5517,14	5,51714
373	01/01/1985	31048,00	01	01	1985	-1,78	5534,87	5,53487
374	01/02/1985	31079,00	01	02	1985	2,56	5534,08	5,53408
375	01/03/1985	31107,00	01	03	1985	7,67	5533,35	5,53335
376	01/04/1985	31138,00	01	04	1985	13,06	5532,57	5,53257
377	01/05/1985	31168,00	01	05	1985	18,50	5531,81	5,53181
378	01/06/1985	31199,00	01	06	1985	20,33	5531,02	5,53102
379	01/07/1985	31229,00	01	07	1985	24,56	5530,26	5,53026
380	01/08/1985	31260,00	01	08	1985	24,11	5529,48	5,52948
381	01/09/1985	31291,00	01	09	1985	21,39	5528,69	5,52869

382	01/10/1985	31321,00	01	10	1985	15,28	5527,93	5,52793
383	01/11/1985	31352,00	01	11	1985	10,00	5527,15	5,52715
384	01/12/1985	31382,00	01	12	1985	1,22	5526,39	5,52639
385	01/01/1984	30682,00	01	01	1984	-1,17	5544,78	5,54478
386	01/02/1984	30713,00	01	02	1984	4,78	5543,94	5,54394
387	01/03/1984	30742,00	01	03	1984	2,61	5543,16	5,54316
388	01/04/1984	30773,00	01	04	1984	11,06	5542,32	5,54232
389	01/05/1984	30803,00	01	05	1984	16,44	5541,50	5,5415
390	01/06/1984	30834,00	01	06	1984	23,61	5540,66	5,54066
391	01/07/1984	30864,00	01	07	1984	23,72	5539,85	5,53985
392	01/08/1984	30895,00	01	08	1984	24,83	5539,01	5,53901
393	01/09/1984	30926,00	01	09	1984	18,83	5538,17	5,53817
394	01/10/1984	30956,00	01	10	1984	16,56	5537,36	5,53736
395	01/11/1984	30987,00	01	11	1984	8,50	5536,52	5,53652
396	01/12/1984	31017,00	01	12	1984	6,56	5535,71	5,53571
397	01/01/1983	30317,00	01	01	1983	1,39	5554,71	5,55471
398	01/02/1983	30348,00	01	02	1983	2,44	5553,87	5,55387
399	01/03/1983	30376,00	01	03	1983	6,67	5553,08	5,55308
400	01/04/1983	30407,00	01	04	1983	11,28	5552,24	5,55224
401	01/05/1983	30437,00	01	05	1983	15,67	5551,42	5,55142
402	01/06/1983	30468,00	01	06	1983	23,00	5550,58	5,55058
403	01/07/1983	30498,00	01	07	1983	26,39	5549,77	5,54977
404	01/08/1983	30529,00	01	08	1983	25,39	5548,93	5,54893
405	01/09/1983	30560,00	01	09	1983	22,11	5548,09	5,54809
406	01/10/1983	30590,00	01	10	1983	14,39	5547,27	5,54727
407	01/11/1983	30621,00	01	11	1983	9,39	5546,43	5,54643
408	01/12/1983	30651,00	01	12	1983	1,78	5545,62	5,54562
409	01/01/1982	29952,00	01	01	1982	-3,28	5564,65	5,56465
410	01/02/1982	29983,00	01	02	1982	1,83	5563,80	5,5638
411	01/03/1982	30011,00	01	03	1982	5,56	5563,02	5,56302
412	01/04/1982	30042,00	01	04	1982	10,67	5562,17	5,56217
413	01/05/1982	30072,00	01	05	1982	17,83	5561,36	5,56136
414	01/06/1982	30103,00	01	06	1982	20,33	5560,52	5,56052
415	01/07/1982	30133,00	01	07	1982	25,50	5559,70	5,5597
416	01/08/1982	30164,00	01	08	1982	22,89	5558,86	5,55886
417	01/09/1982	30195,00	01	09	1982	20,17	5558,02	5,55802
418	01/10/1982	30225,00	01	10	1982	14,72	5557,20	5,5572
419	01/11/1982	30256,00	01	11	1982	10,22	5556,36	5,55636
420	01/12/1982	30286,00	01	12	1982	6,00	5555,55	5,55555
421	01/01/1981	29587,00	01	01	1981	-3,17	5574,60	5,5746
422	01/02/1981	29618,00	01	02	1981	4,06	5573,75	5,57375
423	01/03/1981	29646,00	01	03	1981	5,72	5572,97	5,57297
424	01/04/1981	29677,00	01	04	1981	13,44	5572,12	5,57212
425	01/05/1981	29707,00	01	05	1981	18,22	5571,31	5,57131
426	01/06/1981	29738,00	01	06	1981	22,78	5570,46	5,57046
427	01/07/1981	29768,00	01	07	1981	25,83	5569,65	5,56965
428	01/08/1981	29799,00	01	08	1981	24,44	5568,80	5,5688
429	01/09/1981	29830,00	01	09	1981	19,78	5567,96	5,56796

430	01/10/1981	29860,00	01	10	1981	12,44	5567,15	5,56715
431	01/11/1981	29891,00	01	11	1981	8,72	5566,30	5,5663
432	01/12/1981	29921,00	01	12	1981	2,50	5565,49	5,56549
433	01/01/1980	29221,00	01	01	1980	0,94	5584,56	5,58456
434	01/02/1980	29252,00	01	02	1980	-0,33	5583,72	5,58372
435	01/03/1980	29281,00	01	03	1980	5,11	5582,93	5,58293
436	01/04/1980	29312,00	01	04	1980	12,50	5582,08	5,58208
437	01/05/1980	29342,00	01	05	1980	18,67	5581,27	5,58127
438	01/06/1980	29373,00	01	06	1980	21,28	5580,42	5,58042
439	01/07/1980	29403,00	01	07	1980	26,28	5579,61	5,57961
440	01/08/1980	29434,00	01	08	1980	26,83	5578,76	5,57876
441	01/09/1980	29465,00	01	09	1980	21,56	5577,92	5,57792
442	01/10/1980	29495,00	01	10	1980	12,89	5577,10	5,5771
443	01/11/1980	29526,00	01	11	1980	7,00	5576,26	5,57626
444	01/12/1980	29556,00	01	12	1980	0,28	5575,44	5,57544
445	01/01/1979	28856,00	01	01	1979	0,89	5595,23	5,59523
446	01/02/1979	28887,00	01	02	1979	-3,61	5594,33	5,59433
447	01/03/1979	28915,00	01	03	1979	8,28	5593,48	5,59348
448	01/04/1979	28946,00	01	04	1979	11,44	5592,58	5,59258
449	01/05/1979	28976,00	01	05	1979	18,50	5591,70	5,5917
450	01/06/1979	29007,00	01	06	1979	20,67	5590,80	5,5908
451	01/07/1979	29037,00	01	07	1979	24,94	5589,92	5,58992
452	01/08/1979	29068,00	01	08	1979	24,89	5589,02	5,58902
453	01/09/1979	29099,00	01	09	1979	21,39	5588,12	5,58812
454	01/10/1979	29129,00	01	10	1979	14,06	5587,24	5,58724
455	01/11/1979	29160,00	01	11	1979	11,39	5586,34	5,58634
456	01/12/1979	29190,00	01	12	1979	5,06	5585,47	5,58547
457	01/01/1978	28491,00	01	01	1978	-2,22	5605,92	5,60592
458	01/02/1978	28522,00	01	02	1978	-2,67	5605,01	5,60501
459	01/03/1978	28550,00	01	03	1978	3,89	5604,16	5,60416
460	01/04/1978	28581,00	01	04	1978	10,89	5603,26	5,60326
461	01/05/1978	28611,00	01	05	1978	16,39	5602,38	5,60238
462	01/06/1978	28642,00	01	06	1978	21,83	5601,48	5,60148
463	01/07/1978	28672,00	01	07	1978	23,56	5600,60	5,6006
464	01/08/1978	28703,00	01	08	1978	24,44	5599,70	5,5997
465	01/09/1978	28734,00	01	09	1978	18,33	5598,79	5,59879
466	01/10/1978	28764,00	01	10	1978	12,72	5597,92	5,59792
467	01/11/1978	28795,00	01	11	1978	8,78	5597,01	5,59701
468	01/12/1978	28825,00	01	12	1978	3,83	5596,14	5,59614
469	01/01/1977	28126,00	01	01	1977	-5,50	5616,62	5,61662
470	01/02/1977	28157,00	01	02	1977	0,83	5615,72	5,61572
471	01/03/1977	28185,00	01	03	1977	8,22	5614,87	5,61487
472	01/04/1977	28216,00	01	04	1977	12,06	5613,96	5,61396
473	01/05/1977	28246,00	01	05	1977	18,33	5613,08	5,61308
474	01/06/1977	28277,00	01	06	1977	21,22	5612,18	5,61218
475	01/07/1977	28307,00	01	07	1977	26,11	5611,30	5,6113
476	01/08/1977	28338,00	01	08	1977	24,28	5610,39	5,61039
477	01/09/1977	28369,00	01	09	1977	20,11	5609,48	5,60948

478	01/10/1977	28399,00	01	10	1977	12,72	5608,61	5,60861
479	01/11/1977	28430,00	01	11	1977	8,50	5607,70	5,6077
480	01/12/1977	28460,00	01	12	1977	2,06	5606,82	5,60682
481	01/01/1976	27760,00	01	01	1976	-2,56	5627,35	5,62735
482	01/02/1976	27791,00	01	02	1976	4,39	5626,44	5,62644
483	01/03/1976	27820,00	01	03	1976	6,89	5625,59	5,62559
484	01/04/1976	27851,00	01	04	1976	12,78	5624,68	5,62468
485	01/05/1976	27881,00	01	05	1976	15,67	5623,80	5,6238
486	01/06/1976	27912,00	01	06	1976	22,89	5622,89	5,62289
487	01/07/1976	27942,00	01	07	1976	23,78	5622,01	5,62201
488	01/08/1976	27973,00	01	08	1976	23,50	5621,11	5,62111
489	01/09/1976	28004,00	01	09	1976	19,22	5620,20	5,6202
490	01/10/1976	28034,00	01	10	1976	11,61	5619,32	5,61932
491	01/11/1976	28065,00	01	11	1976	5,39	5618,41	5,61841
492	01/12/1976	28095,00	01	12	1976	-1,17	5617,53	5,61753
493	01/01/1975	27395,00	01	01	1975	2,94	5638,10	5,6381
494	01/02/1975	27426,00	01	02	1975	2,11	5637,19	5,63719
495	01/03/1975	27454,00	01	03	1975	4,56	5636,33	5,63633
496	01/04/1975	27485,00	01	04	1975	8,83	5635,42	5,63542
497	01/05/1975	27515,00	01	05	1975	18,78	5634,54	5,63454
498	01/06/1975	27546,00	01	06	1975	21,39	5633,63	5,63363
499	01/07/1975	27576,00	01	07	1975	24,33	5632,75	5,63275
500	01/08/1975	27607,00	01	08	1975	23,56	5631,84	5,63184
501	01/09/1975	27638,00	01	09	1975	17,89	5630,93	5,63093
502	01/10/1975	27668,00	01	10	1975	15,11	5630,05	5,63005
503	01/11/1975	27699,00	01	11	1975	11,28	5629,14	5,62914
504	01/12/1975	27729,00	01	12	1975	2,17	5628,26	5,62826
505	01/01/1974	27030,00	01	01	1974	1,83	5642,63	5,64263
506	01/02/1974	27061,00	01	02	1974	-0,17	5642,24	5,64224
507	01/03/1974	27089,00	01	03	1974	5,61	5641,88	5,64188
508	01/04/1974	27120,00	01	04	1974	12,89	5641,50	5,6415
509	01/05/1974	27150,00	01	05	1974	16,11	5641,13	5,64113
510	01/06/1974	27181,00	01	06	1974	20,56	5640,74	5,64074
511	01/07/1974	27211,00	01	07	1974	25,11	5640,37	5,64037
512	01/08/1974	27242,00	01	08	1974	24,67	5639,99	5,63999
513	01/09/1974	27273,00	01	09	1974	19,28	5639,60	5,6396
514	01/10/1974	27303,00	01	10	1974	12,28	5639,23	5,63923
515	01/11/1974	27334,00	01	11	1974	9,00	5638,85	5,63885
516	01/12/1974	27364,00	01	12	1974	4,11	5638,48	5,63848
517	01/01/1973	26665,00	01	01	1973	1,94	5647,18	5,64718
518	01/02/1973	26696,00	01	02	1973	0,28	5646,80	5,6468
519	01/03/1973	26724,00	01	03	1973	8,00	5646,43	5,64643
520	01/04/1973	26755,00	01	04	1973	11,89	5646,05	5,64605
521	01/05/1973	26785,00	01	05	1973	15,28	5645,67	5,64567
522	01/06/1973	26816,00	01	06	1973	23,00	5645,29	5,64529
523	01/07/1973	26846,00	01	07	1973	25,22	5644,91	5,64491
524	01/08/1973	26877,00	01	08	1973	25,33	5644,53	5,64453
525	01/09/1973	26908,00	01	09	1973	20,83	5644,14	5,64414

526	01/10/1973	26938,00	01	10	1973	15,67	5643,77	5,64377
527	01/11/1973	26969,00	01	11	1973	9,06	5643,39	5,64339
528	01/12/1973	26999,00	01	12	1973	3,89	5643,01	5,64301
529	01/01/1972	26299,00	01	01	1972	1,72	5651,76	5,65176
530	01/02/1972	26330,00	01	02	1972	-0,33	5651,37	5,65137
531	01/03/1972	26359,00	01	03	1972	4,33	5651,01	5,65101
532	01/04/1972	26390,00	01	04	1972	10,06	5650,62	5,65062
533	01/05/1972	26420,00	01	05	1972	17,39	5650,24	5,65024
534	01/06/1972	26451,00	01	06	1972	19,94	5649,86	5,64986
535	01/07/1972	26481,00	01	07	1972	25,11	5649,48	5,64948
536	01/08/1972	26512,00	01	08	1972	24,22	5649,09	5,64909
537	01/09/1972	26543,00	01	09	1972	20,83	5648,71	5,64871
538	01/10/1972	26573,00	01	10	1972	11,94	5648,33	5,64833
539	01/11/1972	26604,00	01	11	1972	6,89	5647,94	5,64794
540	01/12/1972	26634,00	01	12	1972	3,61	5647,57	5,64757
541	01/01/1971	25934,00	01	01	1971	-2,78	5656,36	5,65636
542	01/02/1971	25965,00	01	02	1971	1,72	5655,97	5,65597
543	01/03/1971	25993,00	01	03	1971	4,50	5655,60	5,6556
544	01/04/1971	26024,00	01	04	1971	10,44	5655,21	5,65521
545	01/05/1971	26054,00	01	05	1971	16,33	5654,84	5,65484
546	01/06/1971	26085,00	01	06	1971	23,44	5654,45	5,65445
547	01/07/1971	26115,00	01	07	1971	25,44	5654,07	5,65407
548	01/08/1971	26146,00	01	08	1971	24,39	5653,68	5,65368
549	01/09/1971	26177,00	01	09	1971	22,00	5653,29	5,65329
550	01/10/1971	26207,00	01	10	1971	17,06	5652,91	5,65291
551	01/11/1971	26238,00	01	11	1971	7,28	5652,53	5,65253
552	01/12/1971	26268,00	01	12	1971	4,89	5652,15	5,65215
553	01/01/1970	25569,00	01	01	1970	-3,83	5660,98	5,66098
554	01/02/1970	25600,00	01	02	1970	0,56	5660,59	5,66059
555	01/03/1970	25628,00	01	03	1970	3,72	5660,22	5,66022
556	01/04/1970	25659,00	01	04	1970	11,17	5659,83	5,65983
557	01/05/1970	25689,00	01	05	1970	17,78	5659,45	5,65945
558	01/06/1970	25720,00	01	06	1970	21,61	5659,06	5,65906
559	01/07/1970	25750,00	01	07	1970	25,06	5658,68	5,65868
560	01/08/1970	25781,00	01	08	1970	25,33	5658,29	5,65829
561	01/09/1970	25812,00	01	09	1970	21,56	5657,90	5,6579
562	01/10/1970	25842,00	01	10	1970	14,94	5657,52	5,65752
563	01/11/1970	25873,00	01	11	1970	9,17	5657,13	5,65713
564	01/12/1970	25903,00	01	12	1970	1,33	5656,75	5,65675
565	01/01/1969	25204,00	01	01	1969	-0,11	5663,44	5,66344
566	01/02/1969	25235,00	01	02	1969	0,33	5663,23	5,66323
567	01/03/1969	25263,00	01	03	1969	4,50	5663,04	5,66304
568	01/04/1969	25294,00	01	04	1969	13,28	5662,83	5,66283
569	01/05/1969	25324,00	01	05	1969	18,50	5662,63	5,66263
570	01/06/1969	25355,00	01	06	1969	22,83	5662,42	5,66242
571	01/07/1969	25385,00	01	07	1969	23,78	5662,22	5,66222
572	01/08/1969	25416,00	01	08	1969	25,22	5662,01	5,66201
573	01/09/1969	25447,00	01	09	1969	20,56	5661,80	5,6618

574	01/10/1969	25477,00	01	10	1969	14,28	5661,60	5,6616
575	01/11/1969	25508,00	01	11	1969	8,00	5661,39	5,66139
576	01/12/1969	25538,00	01	12	1969	0,78	5661,19	5,66119
577	01/01/1968	24838,00	01	01	1968	-2,94	5665,92	5,66592
578	01/02/1968	24869,00	01	02	1968	-1,72	5665,71	5,66571
579	01/03/1968	24898,00	01	03	1968	6,28	5665,51	5,66551
580	01/04/1968	24929,00	01	04	1968	12,78	5665,30	5,6653
581	01/05/1968	24959,00	01	05	1968	15,33	5665,10	5,6651
582	01/06/1968	24990,00	01	06	1968	20,94	5664,89	5,66489
583	01/07/1968	25020,00	01	07	1968	25,17	5664,68	5,66468
584	01/08/1968	25051,00	01	08	1968	24,44	5664,48	5,66448
585	01/09/1968	25082,00	01	09	1968	21,44	5664,27	5,66427
586	01/10/1968	25112,00	01	10	1968	15,83	5664,06	5,66406
587	01/11/1968	25143,00	01	11	1968	8,28	5663,85	5,66385
588	01/12/1968	25173,00	01	12	1968	1,28	5663,65	5,66365
589	01/01/1967	24473,00	01	01	1967	3,00	5668,41	5,66841
590	01/02/1967	24504,00	01	02	1967	-1,56	5668,20	5,6682
591	01/03/1967	24532,00	01	03	1967	3,11	5668,00	5,668
592	01/04/1967	24563,00	01	04	1967	9,78	5667,79	5,66779
593	01/05/1967	24593,00	01	05	1967	12,89	5667,59	5,66759
594	01/06/1967	24624,00	01	06	1967	22,67	5667,38	5,66738
595	01/07/1967	24654,00	01	07	1967	24,06	5667,17	5,66717
596	01/08/1967	24685,00	01	08	1967	23,28	5666,96	5,66696
597	01/09/1967	24716,00	01	09	1967	19,28	5666,75	5,66675
598	01/10/1967	24746,00	01	10	1967	14,00	5666,54	5,66654
599	01/11/1967	24777,00	01	11	1967	5,83	5666,33	5,66633
600	01/12/1967	24807,00	01	12	1967	3,44	5666,13	5,66613
601	01/01/1966	24108,00	01	01	1966	0,11	5670,93	5,67093
602	01/02/1966	24139,00	01	02	1966	1,72	5670,71	5,67071
603	01/03/1966	24167,00	01	03	1966	5,94	5670,51	5,67051
604	01/04/1966	24198,00	01	04	1966	9,83	5670,30	5,6703
605	01/05/1966	24228,00	01	05	1966	16,44	5670,09	5,67009
606	01/06/1966	24259,00	01	06	1966	24,11	5669,88	5,66988
607	01/07/1966	24289,00	01	07	1966	26,50	5669,67	5,66967
608	01/08/1966	24320,00	01	08	1966	24,94	5669,46	5,66946
609	01/09/1966	24351,00	01	09	1966	19,17	5669,25	5,66925
610	01/10/1966	24381,00	01	10	1966	13,44	5669,04	5,66904
611	01/11/1966	24412,00	01	11	1966	9,39	5668,83	5,66883
612	01/12/1966	24442,00	01	12	1966	2,06	5668,63	5,66863
613	01/01/1965	23743,00	01	01	1965	-1,28	5673,46	5,67346
614	01/02/1965	23774,00	01	02	1965	1,06	5673,24	5,67324
615	01/03/1965	23802,00	01	03	1965	4,44	5673,04	5,67304
616	01/04/1965	23833,00	01	04	1965	10,33	5672,83	5,67283
617	01/05/1965	23863,00	01	05	1965	19,11	5672,62	5,67262
618	01/06/1965	23894,00	01	06	1965	21,17	5672,40	5,6724
619	01/07/1965	23924,00	01	07	1965	23,50	5672,20	5,6722
620	01/08/1965	23955,00	01	08	1965	22,89	5671,98	5,67198
621	01/09/1965	23986,00	01	09	1965	19,72	5671,77	5,67177

622	01/10/1965	24016,00	01	10	1965	14,06	5671,56	5,67156
623	01/11/1965	24047,00	01	11	1965	8,22	5671,35	5,67135
624	01/12/1965	24077,00	01	12	1965	4,72	5671,14	5,67114
625	01/01/1964	23377,00	01	01	1964	2,06	5675,08	5,67508
626	01/02/1964	23408,00	01	02	1964	0,50	5674,94	5,67494
627	01/03/1964	23437,00	01	03	1964	6,17	5674,82	5,67482
628	01/04/1964	23468,00	01	04	1964	9,83	5674,68	5,67468
629	01/05/1964	23498,00	01	05	1964	18,56	5674,54	5,67454
630	01/06/1964	23529,00	01	06	1964	22,00	5674,41	5,67441
631	01/07/1964	23559,00	01	07	1964	24,11	5674,27	5,67427
632	01/08/1964	23590,00	01	08	1964	22,72	5674,14	5,67414
633	01/09/1964	23621,00	01	09	1964	19,56	5674,00	5,674
634	01/10/1964	23651,00	01	10	1964	12,78	5673,86	5,67386
635	01/11/1964	23682,00	01	11	1964	9,67	5673,73	5,67373
636	01/12/1964	23712,00	01	12	1964	2,44	5673,59	5,67359
637	01/01/1963	23012,00	01	01	1963	-1,06	5676,72	5,67672
638	01/02/1963	23043,00	01	02	1963	-2,06	5676,58	5,67658
639	01/03/1963	23071,00	01	03	1963	6,50	5676,45	5,67645
640	01/04/1963	23102,00	01	04	1963	12,06	5676,31	5,67631
641	01/05/1963	23132,00	01	05	1963	16,17	5676,18	5,67618
642	01/06/1963	23163,00	01	06	1963	21,61	5676,04	5,67604
643	01/07/1963	23193,00	01	07	1963	24,67	5675,90	5,6759
644	01/08/1963	23224,00	01	08	1963	22,28	5675,76	5,67576
645	01/09/1963	23255,00	01	09	1963	17,28	5675,63	5,67563
646	01/10/1963	23285,00	01	10	1963	16,56	5675,49	5,67549
647	01/11/1963	23316,00	01	11	1963	10,22	5675,35	5,67535
648	01/12/1963	23346,00	01	12	1963	-0,44	5675,22	5,67522
649	01/01/1962	22647,00	01	01	1962	0,33	5678,36	5,67836
650	01/02/1962	22678,00	01	02	1962	-0,11	5678,22	5,67822
651	01/03/1962	22706,00	01	03	1962	6,17	5678,09	5,67809
652	01/04/1962	22737,00	01	04	1962	11,83	5677,95	5,67795
653	01/05/1962	22767,00	01	05	1962	18,06	5677,81	5,67781
654	01/06/1962	22798,00	01	06	1962	22,50	5677,67	5,67767
655	01/07/1962	22828,00	01	07	1962	23,33	5677,54	5,67754
656	01/08/1962	22859,00	01	08	1962	22,44	5677,40	5,6774
657	01/09/1962	22890,00	01	09	1962	18,28	5677,26	5,67726
658	01/10/1962	22920,00	01	10	1962	14,11	5677,13	5,67713
659	01/11/1962	22951,00	01	11	1962	6,22	5676,99	5,67699
660	01/12/1962	22981,00	01	12	1962	-0,28	5676,85	5,67685
661	01/01/1961	22282,00	01	01	1961	-2,39	5680,01	5,68001
662	01/02/1961	22313,00	01	02	1961	2,61	5679,87	5,67987
663	01/03/1961	22341,00	01	03	1961	5,28	5679,73	5,67973
664	01/04/1961	22372,00	01	04	1961	9,44	5679,60	5,6796
665	01/05/1961	22402,00	01	05	1961	15,50	5679,46	5,67946
666	01/06/1961	22433,00	01	06	1961	22,39	5679,32	5,67932
667	01/07/1961	22463,00	01	07	1961	25,61	5679,18	5,67918
668	01/08/1961	22494,00	01	08	1961	24,67	5679,05	5,67905
669	01/09/1961	22525,00	01	09	1961	23,11	5678,91	5,67891

670	01/10/1961	22555,00	01	10	1961	16,17	5678,77	5,67877
671	01/11/1961	22586,00	01	11	1961	9,33	5678,63	5,67863
672	01/12/1961	22616,00	01	12	1961	1,94	5678,50	5,6785
673	01/01/1960	21916,00	01	01	1960	1,06	5681,66	5,68166
674	01/02/1960	21947,00	01	02	1960	2,39	5681,52	5,68152
675	01/03/1960	21976,00	01	03	1960	0,72	5681,39	5,68139
676	01/04/1960	22007,00	01	04	1960	12,28	5681,25	5,68125
677	01/05/1960	22037,00	01	05	1960	17,00	5681,11	5,68111
678	01/06/1960	22068,00	01	06	1960	22,11	5680,97	5,68097
679	01/07/1960	22098,00	01	07	1960	23,67	5680,84	5,68084
680	01/08/1960	22129,00	01	08	1960	23,83	5680,70	5,6807
681	01/09/1960	22160,00	01	09	1960	20,00	5680,56	5,68056
682	01/10/1960	22190,00	01	10	1960	14,50	5680,42	5,68042
683	01/11/1960	22221,00	01	11	1960	9,83	5680,28	5,68028
684	01/12/1960	22251,00	01	12	1960	-0,61	5680,15	5,68015
685	01/01/1959	21551,00	01	01	1959	-0,50	5681,52	5,68152
686	01/02/1959	21582,00	01	02	1959	0,06	5681,53	5,68153
687	01/03/1959	21610,00	01	03	1959	4,50	5681,54	5,68154
688	01/04/1959	21641,00	01	04	1959	12,11	5681,56	5,68156
689	01/05/1959	21671,00	01	05	1959	19,11	5681,57	5,68157
690	01/06/1959	21702,00	01	06	1959	21,78	5681,58	5,68158
691	01/07/1959	21732,00	01	07	1959	24,61	5681,59	5,68159
692	01/08/1959	21763,00	01	08	1959	25,28	5681,60	5,6816
693	01/09/1959	21794,00	01	09	1959	22,39	5681,61	5,68161
694	01/10/1959	21824,00	01	10	1959	15,44	5681,63	5,68163
695	01/11/1959	21855,00	01	11	1959	7,67	5681,64	5,68164
696	01/12/1959	21885,00	01	12	1959	3,56	5681,65	5,68165
697	01/01/1958	21186,00	01	01	1958	-0,06	5681,39	5,68139
698	01/02/1958	21217,00	01	02	1958	-2,56	5681,40	5,6814
699	01/03/1958	21245,00	01	03	1958	4,61	5681,41	5,68141
700	01/04/1958	21276,00	01	04	1958	11,61	5681,42	5,68142
701	01/05/1958	21306,00	01	05	1958	15,06	5681,43	5,68143
702	01/06/1958	21337,00	01	06	1958	19,56	5681,44	5,68144
703	01/07/1958	21367,00	01	07	1958	24,50	5681,45	5,68145
704	01/08/1958	21398,00	01	08	1958	24,00	5681,47	5,68147
705	01/09/1958	21429,00	01	09	1958	19,78	5681,48	5,68148
706	01/10/1958	21459,00	01	10	1958	13,06	5681,49	5,68149
707	01/11/1958	21490,00	01	11	1958	8,83	5681,50	5,6815
708	01/12/1958	21520,00	01	12	1958	-1,44	5681,51	5,68151
709	01/01/1957	20821,00	01	01	1957	-1,94	5681,27	5,68127
710	01/02/1957	20852,00	01	02	1957	2,94	5681,28	5,68128
711	01/03/1957	20880,00	01	03	1957	5,50	5681,29	5,68129
712	01/04/1957	20911,00	01	04	1957	11,78	5681,30	5,6813
713	01/05/1957	20941,00	01	05	1957	17,28	5681,31	5,68131
714	01/06/1957	20972,00	01	06	1957	23,50	5681,32	5,68132
715	01/07/1957	21002,00	01	07	1957	25,39	5681,33	5,68133
716	01/08/1957	21033,00	01	08	1957	23,11	5681,34	5,68134
717	01/09/1957	21064,00	01	09	1957	20,94	5681,35	5,68135

718	01/10/1957	21094,00	01	10	1957	13,44	5681,36	5,68136
719	01/11/1957	21125,00	01	11	1957	9,67	5681,37	5,68137
720	01/12/1957	21155,00	01	12	1957	4,56	5681,38	5,68138
721	01/01/1956	20455,00	01	01	1956	0,00	5681,15	5,68115
722	01/02/1956	20486,00	01	02	1956	2,56	5681,16	5,68116
723	01/03/1956	20515,00	01	03	1956	3,00	5681,17	5,68117
724	01/04/1956	20546,00	01	04	1956	9,00	5681,18	5,68118
725	01/05/1956	20576,00	01	05	1956	14,83	5681,19	5,68119
726	01/06/1956	20607,00	01	06	1956	21,89	5681,20	5,6812
727	01/07/1956	20637,00	01	07	1956	22,72	5681,21	5,68121
728	01/08/1956	20668,00	01	08	1956	23,44	5681,22	5,68122
729	01/09/1956	20699,00	01	09	1956	18,22	5681,23	5,68123
730	01/10/1956	20729,00	01	10	1956	14,50	5681,24	5,68124
731	01/11/1956	20760,00	01	11	1956	8,17	5681,25	5,68125
732	01/12/1956	20790,00	01	12	1956	4,94	5681,26	5,68126
733	01/01/1955	20090,00	01	01	1955	-0,56	5681,05	5,68105
734	01/02/1955	20121,00	01	02	1955	1,67	5681,05	5,68105
735	01/03/1955	20149,00	01	03	1955	5,39	5681,06	5,68106
736	01/04/1955	20180,00	01	04	1955	11,94	5681,07	5,68107
737	01/05/1955	20210,00	01	05	1955	18,56	5681,08	5,68108
738	01/06/1955	20241,00	01	06	1955	20,50	5681,09	5,68109
739	01/07/1955	20271,00	01	07	1955	27,17	5681,10	5,6811
740	01/08/1955	20302,00	01	08	1955	25,61	5681,11	5,68111
741	01/09/1955	20333,00	01	09	1955	19,89	5681,12	5,68112
742	01/10/1955	20363,00	01	10	1955	15,44	5681,12	5,68112
743	01/11/1955	20394,00	01	11	1955	6,83	5681,13	5,68113
744	01/12/1955	20424,00	01	12	1955	-1,28	5681,14	5,68114
745	01/01/1954	19725,00	01	01	1954	-0,67	5680,73	5,68073
746	01/02/1954	19756,00	01	02	1954	4,50	5680,75	5,68075
747	01/03/1954	19784,00	01	03	1954	5,33	5680,78	5,68078
748	01/04/1954	19815,00	01	04	1954	12,11	5680,81	5,68081
749	01/05/1954	19845,00	01	05	1954	15,44	5680,83	5,68083
750	01/06/1954	19876,00	01	06	1954	22,00	5680,86	5,68086
751	01/07/1954	19906,00	01	07	1954	24,83	5680,88	5,68088
752	01/08/1954	19937,00	01	08	1954	22,67	5680,91	5,68091
753	01/09/1954	19968,00	01	09	1954	19,67	5680,94	5,68094
754	01/10/1954	19998,00	01	10	1954	16,50	5680,97	5,68097
755	01/11/1954	20029,00	01	11	1954	8,00	5680,99	5,68099
756	01/12/1954	20059,00	01	12	1954	2,17	5681,02	5,68102
757	01/01/1953	19360,00	01	01	1953	3,11	5680,41	5,68041
758	01/02/1953	19391,00	01	02	1953	3,56	5680,43	5,68043
759	01/03/1953	19419,00	01	03	1953	6,33	5680,46	5,68046
760	01/04/1953	19450,00	01	04	1953	11,28	5680,49	5,68049
761	01/05/1953	19480,00	01	05	1953	17,44	5680,51	5,68051
762	01/06/1953	19511,00	01	06	1953	23,11	5680,54	5,68054
763	01/07/1953	19541,00	01	07	1953	25,44	5680,56	5,68056
764	01/08/1953	19572,00	01	08	1953	24,33	5680,59	5,68059
765	01/09/1953	19603,00	01	09	1953	21,33	5680,62	5,68062

766	01/10/1953	19633,00	01	10	1953	15,94	5680,64	5,68064
767	01/11/1953	19664,00	01	11	1953	9,83	5680,67	5,68067
768	01/12/1953	19694,00	01	12	1953	5,17	5680,70	5,6807
769	01/01/1952	18994,00	01	01	1952	2,33	5680,09	5,68009
770	01/02/1952	19025,00	01	02	1952	2,33	5680,12	5,68012
771	01/03/1952	19054,00	01	03	1952	4,56	5680,14	5,68014
772	01/04/1952	19085,00	01	04	1952	12,78	5680,17	5,68017
773	01/05/1952	19115,00	01	05	1952	15,94	5680,19	5,68019
774	01/06/1952	19146,00	01	06	1952	23,11	5680,22	5,68022
775	01/07/1952	19176,00	01	07	1952	26,83	5680,25	5,68025
776	01/08/1952	19207,00	01	08	1952	23,83	5680,27	5,68027
777	01/09/1952	19238,00	01	09	1952	21,06	5680,30	5,6803
778	01/10/1952	19268,00	01	10	1952	13,17	5680,33	5,68033
779	01/11/1952	19299,00	01	11	1952	9,22	5680,35	5,68035
780	01/12/1952	19329,00	01	12	1952	3,56	5680,38	5,68038
781	01/01/1951	18629,00	01	01	1951	2,50	5679,77	5,67977
782	01/02/1951	18660,00	01	02	1951	2,33	5679,80	5,6798
783	01/03/1951	18688,00	01	03	1951	5,28	5679,82	5,67982
784	01/04/1951	18719,00	01	04	1951	11,67	5679,85	5,67985
785	01/05/1951	18749,00	01	05	1951	17,39	5679,88	5,67988
786	01/06/1951	18780,00	01	06	1951	21,00	5679,90	5,6799
787	01/07/1951	18810,00	01	07	1951	24,89	5679,93	5,67993
788	01/08/1951	18841,00	01	08	1951	23,61	5679,96	5,67996
789	01/09/1951	18872,00	01	09	1951	20,11	5679,98	5,67998
790	01/10/1951	18902,00	01	10	1951	14,78	5680,01	5,68001
791	01/11/1951	18933,00	01	11	1951	6,39	5680,04	5,68004
792	01/12/1951	18963,00	01	12	1951	3,67	5680,06	5,68006
793	01/01/1950	18264,00	01	01	1950	5,22	5679,46	5,67946
794	01/02/1950	18295,00	01	02	1950	-0,22	5679,49	5,67949
795	01/03/1950	18323,00	01	03	1950	2,44	5679,51	5,67951
796	01/04/1950	18354,00	01	04	1950	9,17	5679,54	5,67954
797	01/05/1950	18384,00	01	05	1950	14,89	5679,56	5,67956
798	01/06/1950	18415,00	01	06	1950	21,28	5679,59	5,67959
799	01/07/1950	18445,00	01	07	1950	23,89	5679,61	5,67961
800	01/08/1950	18476,00	01	08	1950	22,83	5679,64	5,67964
801	01/09/1950	18507,00	01	09	1950	18,22	5679,67	5,67967
802	01/10/1950	18537,00	01	10	1950	15,56	5679,69	5,67969
803	01/11/1950	18568,00	01	11	1950	9,11	5679,72	5,67972
804	01/12/1950	18598,00	01	12	1950	1,67	5679,75	5,67975
805	01/01/1949	17899,00	01	01	1949	3,67	5680,08	5,68008
806	01/02/1949	17930,00	01	02	1949	3,67	5680,02	5,68002
807	01/03/1949	17958,00	01	03	1949	6,06	5679,97	5,67997
808	01/04/1949	17989,00	01	04	1949	12,11	5679,92	5,67992
809	01/05/1949	18019,00	01	05	1949	17,28	5679,87	5,67987
810	01/06/1949	18050,00	01	06	1949	23,50	5679,82	5,67982
811	01/07/1949	18080,00	01	07	1949	26,44	5679,77	5,67977
812	01/08/1949	18111,00	01	08	1949	24,83	5679,72	5,67972
813	01/09/1949	18142,00	01	09	1949	19,00	5679,66	5,67966

814	01/10/1949	18172,00	01	10	1949	17,28	5679,61	5,67961
815	01/11/1949	18203,00	01	11	1949	7,94	5679,56	5,67956
816	01/12/1949	18233,00	01	12	1949	4,11	5679,51	5,67951
817	01/01/1948	17533,00	01	01	1948	-3,67	5680,69	5,68069
818	01/02/1948	17564,00	01	02	1948	-0,72	5680,64	5,68064
819	01/03/1948	17593,00	01	03	1948	5,61	5680,59	5,68059
820	01/04/1948	17624,00	01	04	1948	10,56	5680,54	5,68054
821	01/05/1948	17654,00	01	05	1948	15,67	5680,49	5,68049
822	01/06/1948	17685,00	01	06	1948	20,78	5680,44	5,68044
823	01/07/1948	17715,00	01	07	1948	25,11	5680,39	5,68039
824	01/08/1948	17746,00	01	08	1948	24,00	5680,33	5,68033
825	01/09/1948	17777,00	01	09	1948	21,28	5680,28	5,68028
826	01/10/1948	17807,00	01	10	1948	13,72	5680,23	5,68023
827	01/11/1948	17838,00	01	11	1948	11,33	5680,18	5,68018
828	01/12/1948	17868,00	01	12	1948	3,50	5680,13	5,68013
829	01/01/1947	17168,00	01	01	1947	2,89	5681,32	5,68132
830	01/02/1947	17199,00	01	02	1947	-1,50	5681,26	5,68126
831	01/03/1947	17227,00	01	03	1947	3,22	5681,21	5,68121
832	01/04/1947	17258,00	01	04	1947	10,28	5681,16	5,68116
833	01/05/1947	17288,00	01	05	1947	15,50	5681,11	5,68111
834	01/06/1947	17319,00	01	06	1947	20,22	5681,06	5,68106
835	01/07/1947	17349,00	01	07	1947	24,17	5681,01	5,68101
836	01/08/1947	17380,00	01	08	1947	24,44	5680,95	5,68095
837	01/09/1947	17411,00	01	09	1947	20,33	5680,90	5,6809
838	01/10/1947	17441,00	01	10	1947	17,56	5680,85	5,68085
839	01/11/1947	17472,00	01	11	1947	6,78	5680,80	5,6808
840	01/12/1947	17502,00	01	12	1947	1,11	5680,75	5,68075
841	01/01/1946	16803,00	01	01	1946	1,17	5681,94	5,68194
842	01/02/1946	16834,00	01	02	1946	-0,17	5681,89	5,68189
843	01/03/1946	16862,00	01	03	1946	9,89	5681,84	5,68184
844	01/04/1946	16893,00	01	04	1946	10,22	5681,78	5,68178
845	01/05/1946	16923,00	01	05	1946	16,61	5681,73	5,68173
846	01/06/1946	16954,00	01	06	1946	20,94	5681,68	5,68168
847	01/07/1946	16984,00	01	07	1946	24,11	5681,63	5,68163
848	01/08/1946	17015,00	01	08	1946	21,61	5681,58	5,68158
849	01/09/1946	17046,00	01	09	1946	21,00	5681,52	5,68152
850	01/10/1946	17076,00	01	10	1946	16,50	5681,47	5,68147
851	01/11/1946	17107,00	01	11	1946	10,28	5681,42	5,68142
852	01/12/1946	17137,00	01	12	1946	3,28	5681,37	5,68137
853	01/01/1945	16438,00	01	01	1945	-3,83	5682,56	5,68256
854	01/02/1945	16469,00	01	02	1945	1,06	5682,51	5,68251
855	01/03/1945	16497,00	01	03	1945	10,61	5682,46	5,68246
856	01/04/1945	16528,00	01	04	1945	13,11	5682,41	5,68241
857	01/05/1945	16558,00	01	05	1945	15,11	5682,36	5,68236
858	01/06/1945	16589,00	01	06	1945	21,61	5682,30	5,6823
859	01/07/1945	16619,00	01	07	1945	23,67	5682,25	5,68225
860	01/08/1945	16650,00	01	08	1945	23,00	5682,20	5,6822
861	01/09/1945	16681,00	01	09	1945	21,28	5682,15	5,68215

862	01/10/1945	16711,00	01	10	1945	13,44	5682,09	5,68209
863	01/11/1945	16742,00	01	11	1945	8,67	5682,04	5,68204
864	01/12/1945	16772,00	01	12	1945	-0,56	5681,99	5,68199
865	01/01/1944	16072,00	01	01	1944	1,06	5687,81	5,68781
866	01/02/1944	16103,00	01	02	1944	0,67	5687,36	5,68736
867	01/03/1944	16132,00	01	03	1944	3,11	5686,95	5,68695
868	01/04/1944	16163,00	01	04	1944	9,39	5686,50	5,6865
869	01/05/1944	16193,00	01	05	1944	19,44	5686,07	5,68607
870	01/06/1944	16224,00	01	06	1944	22,39	5685,63	5,68563
871	01/07/1944	16254,00	01	07	1944	26,33	5685,20	5,6852
872	01/08/1944	16285,00	01	08	1944	25,44	5684,76	5,68476
873	01/09/1944	16316,00	01	09	1944	21,17	5684,31	5,68431
874	01/10/1944	16346,00	01	10	1944	13,94	5683,88	5,68388
875	01/11/1944	16377,00	01	11	1944	7,78	5683,44	5,68344
876	01/12/1944	16407,00	01	12	1944	0,22	5683,01	5,68301
877	01/01/1943	15707,00	01	01	1943	-0,67	5693,05	5,69305
878	01/02/1943	15738,00	01	02	1943	1,44	5692,61	5,69261
879	01/03/1943	15766,00	01	03	1943	4,56	5692,19	5,69219
880	01/04/1943	15797,00	01	04	1943	7,83	5691,75	5,69175
881	01/05/1943	15827,00	01	05	1943	17,00	5691,32	5,69132
882	01/06/1943	15858,00	01	06	1943	24,56	5690,87	5,69087
883	01/07/1943	15888,00	01	07	1943	24,94	5690,44	5,69044
884	01/08/1943	15919,00	01	08	1943	24,39	5690,00	5,69
885	01/09/1943	15950,00	01	09	1943	19,67	5689,56	5,68956
886	01/10/1943	15980,00	01	10	1943	13,17	5689,13	5,68913
887	01/11/1943	16011,00	01	11	1943	7,44	5689,00	5,689
888	01/12/1943	16041,00	01	12	1943	0,56	5688,25	5,68825
889	01/01/1942	15342,00	01	01	1942	-0,72	5698,30	5,6983
890	01/02/1942	15373,00	01	02	1942	-1,28	5697,85	5,69785
891	01/03/1942	15401,00	01	03	1942	6,11	5697,44	5,69744
892	01/04/1942	15432,00	01	04	1942	12,11	5696,99	5,69699
893	01/05/1942	15462,00	01	05	1942	18,50	5696,56	5,69656
894	01/06/1942	15493,00	01	06	1942	21,67	5696,12	5,69612
895	01/07/1942	15523,00	01	07	1942	24,61	5695,69	5,69569
896	01/08/1942	15554,00	01	08	1942	23,11	5695,25	5,69525
897	01/09/1942	15585,00	01	09	1942	20,17	5694,80	5,6948
898	01/10/1942	15615,00	01	10	1942	14,89	5694,37	5,69437
899	01/11/1942	15646,00	01	11	1942	8,33	5693,93	5,69393
900	01/12/1942	15676,00	01	12	1942	-0,50	5693,50	5,6935
901	01/01/1941	14977,00	01	01	1941	-1,44	5703,54	5,70354
902	01/02/1941	15008,00	01	02	1941	-0,50	5703,10	5,7031
903	01/03/1941	15036,00	01	03	1941	2,17	5702,68	5,70268
904	01/04/1941	15067,00	01	04	1941	13,83	5702,24	5,70224
905	01/05/1941	15097,00	01	05	1941	18,22	5701,81	5,70181
906	01/06/1941	15128,00	01	06	1941	22,17	5701,37	5,70137
907	01/07/1941	15158,00	01	07	1941	24,33	5700,94	5,70094
908	01/08/1941	15189,00	01	08	1941	23,33	5700,49	5,70049
909	01/09/1941	15220,00	01	09	1941	21,11	5700,05	5,70005

910	01/10/1941	15250,00	01	10	1941	15,94	5699,62	5,69962
911	01/11/1941	15281,00	01	11	1941	10,00	5699,17	5,69917
912	01/12/1941	15311,00	01	12	1941	3,50	5698,74	5,69874
913	01/01/1940	14611,00	01	01	1940	-3,89	5708,79	5,70879
914	01/02/1940	14642,00	01	02	1940	0,50	5708,35	5,70835
915	01/03/1940	14671,00	01	03	1940	1,72	5707,93	5,70793
916	01/04/1940	14702,00	01	04	1940	8,22	5707,49	5,70749
917	01/05/1940	14732,00	01	05	1940	15,94	5707,06	5,70706
918	01/06/1940	14763,00	01	06	1940	21,33	5706,61	5,70661
919	01/07/1940	14793,00	01	07	1940	24,56	5706,18	5,70618
920	01/08/1940	14824,00	01	08	1940	21,89	5705,74	5,70574
921	01/09/1940	14855,00	01	09	1940	19,22	5705,29	5,70529
922	01/10/1940	14885,00	01	10	1940	12,11	5704,86	5,70486
923	01/11/1940	14916,00	01	11	1940	7,39	5704,42	5,70442
924	01/12/1940	14946,00	01	12	1940	3,56	5703,99	5,70399
925	01/01/1939	14246,00	01	01	1939	0,11	5713,17	5,71317
926	01/02/1939	14277,00	01	02	1939	2,78	5712,80	5,7128
927	01/03/1939	14305,00	01	03	1939	4,00	5712,46	5,71246
928	01/04/1939	14336,00	01	04	1939	9,06	5712,08	5,71208
929	01/05/1939	14366,00	01	05	1939	18,28	5711,72	5,71172
930	01/06/1939	14397,00	01	06	1939	22,78	5711,35	5,71135
931	01/07/1939	14427,00	01	07	1939	24,78	5710,99	5,71099
932	01/08/1939	14458,00	01	08	1939	25,61	5710,62	5,71062
933	01/09/1939	14489,00	01	09	1939	20,33	5710,25	5,71025
934	01/10/1939	14519,00	01	10	1939	14,06	5709,89	5,70989
935	01/11/1939	14550,00	01	11	1939	6,50	5709,52	5,70952
936	01/12/1939	14580,00	01	12	1939	2,72	5709,16	5,70916
937	01/01/1938	13881,00	01	01	1938	0,06	5717,56	5,71756
938	01/02/1938	13912,00	01	02	1938	1,89	5717,19	5,71719
939	01/03/1938	13940,00	01	03	1938	6,78	5716,84	5,71684
940	01/04/1938	13971,00	01	04	1938	12,06	5716,47	5,71647
941	01/05/1938	14001,00	01	05	1938	16,00	5716,11	5,71611
942	01/06/1938	14032,00	01	06	1938	21,28	5715,74	5,71574
943	01/07/1938	14062,00	01	07	1938	24,78	5715,38	5,71538
944	01/08/1938	14093,00	01	08	1938	25,67	5715,01	5,71501
945	01/09/1938	14124,00	01	09	1938	18,89	5714,64	5,71464
946	01/10/1938	14154,00	01	10	1938	15,44	5714,28	5,71428
947	01/11/1938	14185,00	01	11	1938	9,06	5713,90	5,7139
948	01/12/1938	14215,00	01	12	1938	2,78	5713,55	5,71355
949	01/01/1937	13516,00	01	01	1937	4,56	5721,94	5,72194
950	01/02/1937	13547,00	01	02	1937	1,56	5721,57	5,72157
951	01/03/1937	13575,00	01	03	1937	2,50	5721,22	5,72122
952	01/04/1937	13606,00	01	04	1937	9,78	5720,85	5,72085
953	01/05/1937	13636,00	01	05	1937	17,89	5720,49	5,72049
954	01/06/1937	13667,00	01	06	1937	22,11	5720,12	5,72012
955	01/07/1937	13697,00	01	07	1937	24,78	5719,76	5,71976
956	01/08/1937	13728,00	01	08	1937	24,78	5719,39	5,71939
957	01/09/1937	13759,00	01	09	1937	18,89	5719,02	5,71902

958	01/10/1937	13789,00	01	10	1937	13,00	5718,66	5,71866
959	01/11/1937	13820,00	01	11	1937	8,00	5718,29	5,71829
960	01/12/1937	13850,00	01	12	1937	1,89	5717,93	5,71793
961	01/01/1936	13150,00	01	01	1936	-1,50	5726,33	5,72633
962	01/02/1936	13181,00	01	02	1936	-3,50	5725,95	5,72595
963	01/03/1936	13210,00	01	03	1936	7,33	5725,61	5,72561
964	01/04/1936	13241,00	01	04	1936	8,83	5725,24	5,72524
965	01/05/1936	13271,00	01	05	1936	18,00	5724,88	5,72488
966	01/06/1936	13302,00	01	06	1936	21,00	5724,51	5,72451
967	01/07/1936	13332,00	01	07	1936	24,56	5724,15	5,72415
968	01/08/1936	13363,00	01	08	1936	24,11	5723,77	5,72377
969	01/09/1936	13394,00	01	09	1936	20,11	5723,40	5,7234
970	01/10/1936	13424,00	01	10	1936	14,22	5723,04	5,72304
971	01/11/1936	13455,00	01	11	1936	5,94	5722,67	5,72267
972	01/12/1936	13485,00	01	12	1936	3,67	5722,31	5,72231
973	01/01/1935	12785,00	01	01	1935	-1,72	5730,71	5,73071
974	01/02/1935	12816,00	01	02	1935	-0,44	5730,34	5,73034
975	01/03/1935	12844,00	01	03	1935	6,33	5729,99	5,72999
976	01/04/1935	12875,00	01	04	1935	9,89	5729,62	5,72962
977	01/05/1935	12905,00	01	05	1935	15,50	5729,26	5,72926
978	01/06/1935	12936,00	01	06	1935	21,17	5728,89	5,72889
979	01/07/1935	12966,00	01	07	1935	25,11	5728,53	5,72853
980	01/08/1935	12997,00	01	08	1935	23,72	5728,16	5,72816
981	01/09/1935	13028,00	01	09	1935	18,50	5727,79	5,72779
982	01/10/1935	13058,00	01	10	1935	14,17	5727,43	5,72743
983	01/11/1935	13089,00	01	11	1935	9,22	5727,06	5,72706
984	01/12/1935	13119,00	01	12	1935	-1,11	5726,70	5,7267
985	01/01/1934	12420,00	01	01	1934	1,50	5738,03	5,73803
986	01/02/1934	12451,00	01	02	1934	-6,72	5737,41	5,73741
987	01/03/1934	12479,00	01	03	1934	2,94	5736,83	5,73683
988	01/04/1934	12510,00	01	04	1934	10,17	5736,21	5,73621
989	01/05/1934	12540,00	01	05	1934	17,61	5735,61	5,73561
990	01/06/1934	12571,00	01	06	1934	23,22	5734,99	5,73499
991	01/07/1934	12601,00	01	07	1934	25,39	5734,39	5,73439
992	01/08/1934	12632,00	01	08	1934	22,22	5733,77	5,73377
993	01/09/1934	12663,00	01	09	1934	20,67	5733,15	5,73315
994	01/10/1934	12693,00	01	10	1934	12,50	5732,55	5,73255
995	01/11/1934	12724,00	01	11	1934	9,39	5731,93	5,73193
996	01/12/1934	12754,00	01	12	1934	0,78	5731,33	5,73133
997	01/01/1933	12055,00	01	01	1933	4,61	5745,34	5,74534
998	01/02/1933	12086,00	01	02	1933	1,17	5744,72	5,74472
999	01/03/1933	12114,00	01	03	1933	3,56	5744,14	5,74414
1000	01/04/1933	12145,00	01	04	1933	10,22	5743,53	5,74353
1001	01/05/1933	12175,00	01	05	1933	18,00	5742,93	5,74293
1002	01/06/1933	12206,00	01	06	1933	22,44	5742,31	5,74231
1003	01/07/1933	12236,00	01	07	1933	24,33	5741,71	5,74171
1004	01/08/1933	12267,00	01	08	1933	23,83	5741,09	5,74109
1005	01/09/1933	12298,00	01	09	1933	20,89	5740,47	5,74047

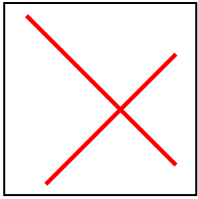
1006	01/10/1933	12328,00	01	10	1933	13,39	5739,87	5,73987
1007	01/11/1933	12359,00	01	11	1933	5,44	5739,25	5,73925
1008	01/12/1933	12389,00	01	12	1933	0,39	5738,65	5,73865
1009	01/01/1932	11689,00	01	01	1932	6,22	5752,66	5,75266
1010	01/02/1932	11720,00	01	02	1932	2,28	5752,04	5,75204
1011	01/03/1932	11749,00	01	03	1932	2,94	5751,46	5,75146
1012	01/04/1932	11780,00	01	04	1932	9,44	5750,84	5,75084
1013	01/05/1932	11810,00	01	05	1932	16,67	5750,24	5,75024
1014	01/06/1932	11841,00	01	06	1932	21,39	5749,62	5,74962
1015	01/07/1932	11871,00	01	07	1932	24,50	5749,02	5,74902
1016	01/08/1932	11902,00	01	08	1932	24,83	5748,40	5,7484
1017	01/09/1932	11933,00	01	09	1932	20,83	5747,78	5,74778
1018	01/10/1932	11963,00	01	10	1932	14,72	5747,18	5,74718
1019	01/11/1932	11994,00	01	11	1932	6,61	5746,56	5,74656
1020	01/12/1932	12024,00	01	12	1932	3,94	5745,96	5,74596
1021	01/01/1931	11324,00	01	01	1931	0,44	5759,98	5,75998
1022	01/02/1931	11355,00	01	02	1931	1,06	5759,36	5,75936
1023	01/03/1931	11383,00	01	03	1931	4,61	5758,78	5,75878
1024	01/04/1931	11414,00	01	04	1931	10,61	5758,16	5,75816
1025	01/05/1931	11444,00	01	05	1931	16,39	5757,56	5,75756
1026	01/06/1931	11475,00	01	06	1931	21,50	5756,94	5,75694
1027	01/07/1931	11505,00	01	07	1931	25,28	5756,34	5,75634
1028	01/08/1931	11536,00	01	08	1931	24,00	5755,72	5,75572
1029	01/09/1931	11567,00	01	09	1931	22,39	5755,10	5,7551
1030	01/10/1931	11597,00	01	10	1931	16,28	5754,50	5,7545
1031	01/11/1931	11628,00	01	11	1931	11,06	5753,88	5,75388
1032	01/12/1931	11658,00	01	12	1931	5,00	5753,28	5,75328
1033	01/01/1930	10959,00	01	01	1930	0,72	5767,30	5,7673
1034	01/02/1930	10990,00	01	02	1930	2,78	5766,68	5,76668
1035	01/03/1930	11018,00	01	03	1930	4,61	5766,10	5,7661
1036	01/04/1930	11049,00	01	04	1930	9,11	5765,48	5,76548
1037	01/05/1930	11079,00	01	05	1930	17,61	5764,88	5,76488
1038	01/06/1930	11110,00	01	06	1930	23,06	5764,26	5,76426
1039	01/07/1930	11140,00	01	07	1930	24,67	5763,66	5,76366
1040	01/08/1930	11171,00	01	08	1930	23,11	5763,04	5,76304
1041	01/09/1930	11202,00	01	09	1930	22,22	5762,42	5,76242
1042	01/10/1930	11232,00	01	10	1930	13,11	5761,82	5,76182
1043	01/11/1930	11263,00	01	11	1930	7,50	5761,20	5,7612
1044	01/12/1930	11293,00	01	12	1930	1,44	5760,60	5,7606
1045	01/01/1929	10594,00	01	01	1929	-0,06	5777,14	5,77714
1046	01/02/1929	10625,00	01	02	1929	0,50	5776,31	5,77631
1047	01/03/1929	10653,00	01	03	1929	7,28	5775,53	5,77553
1048	01/04/1929	10684,00	01	04	1929	10,56	5774,70	5,7747
1049	01/05/1929	10714,00	01	05	1929	16,50	5773,89	5,77389
1050	01/06/1929	10745,00	01	06	1929	21,94	5773,06	5,77306
1051	01/07/1929	10775,00	01	07	1929	24,39	5772,25	5,77225
1052	01/08/1929	10806,00	01	08	1929	22,83	5771,42	5,77142
1053	01/09/1929	10837,00	01	09	1929	20,78	5770,58	5,77058

1054	01/10/1929	10867,00	01	10	1929	12,56	5769,78	5,76978
1055	01/11/1929	10898,00	01	11	1929	7,89	5768,94	5,76894
1056	01/12/1929	10928,00	01	12	1929	2,11	5768,14	5,76814
1057	01/01/1928	10228,00	01	01	1928	1,11	5786,99	5,78699
1058	01/02/1928	10259,00	01	02	1928	0,56	5786,15	5,78615
1059	01/03/1928	10288,00	01	03	1928	3,78	5785,37	5,78537
1060	01/04/1928	10319,00	01	04	1928	9,11	5784,54	5,78454
1061	01/05/1928	10349,00	01	05	1928	15,22	5783,73	5,78373
1062	01/06/1928	10380,00	01	06	1928	19,67	5782,90	5,7829
1063	01/07/1928	10410,00	01	07	1928	24,39	5782,09	5,78209
1064	01/08/1928	10441,00	01	08	1928	24,11	5781,26	5,78126
1065	01/09/1928	10472,00	01	09	1928	18,17	5780,43	5,78043
1066	01/10/1928	10502,00	01	10	1928	14,94	5779,62	5,77962
1067	01/11/1928	10533,00	01	11	1928	8,56	5778,79	5,77879
1068	01/12/1928	10563,00	01	12	1928	4,06	5777,98	5,77798
1069	01/01/1927	9863,00	01	01	1927	-0,61	5796,83	5,79683
1070	01/02/1927	9894,00	01	02	1927	2,44	5796,00	5,796
1071	01/03/1927	9922,00	01	03	1927	6,11	5795,22	5,79522
1072	01/04/1927	9953,00	01	04	1927	9,22	5794,39	5,79439
1073	01/05/1927	9983,00	01	05	1927	15,00	5793,58	5,79358
1074	01/06/1927	10014,00	01	06	1927	19,61	5792,74	5,79274
1075	01/07/1927	10044,00	01	07	1927	23,33	5791,94	5,79194
1076	01/08/1927	10075,00	01	08	1927	20,28	5791,10	5,7911
1077	01/09/1927	10106,00	01	09	1927	19,94	5790,27	5,79027
1078	01/10/1927	10136,00	01	10	1927	15,33	5789,46	5,78946
1079	01/11/1927	10167,00	01	11	1927	9,56	5788,63	5,78863
1080	01/12/1927	10197,00	01	12	1927	2,61	5787,82	5,78782
1081	01/01/1926	9498,00	01	01	1926	0,00	5806,68	5,80668
1082	01/02/1926	9529,00	01	02	1926	-1,56	5805,84	5,80584
1083	01/03/1926	9557,00	01	03	1926	2,06	5805,06	5,80506
1084	01/04/1926	9588,00	01	04	1926	8,50	5804,23	5,80423
1085	01/05/1926	9618,00	01	05	1926	15,61	5803,42	5,80342
1086	01/06/1926	9649,00	01	06	1926	19,33	5802,59	5,80259
1087	01/07/1926	9679,00	01	07	1926	23,94	5801,78	5,80178
1088	01/08/1926	9710,00	01	08	1926	23,33	5800,95	5,80095
1089	01/09/1926	9741,00	01	09	1926	18,72	5800,11	5,80011
1090	01/10/1926	9771,00	01	10	1926	12,83	5799,31	5,79931
1091	01/11/1926	9802,00	01	11	1926	7,17	5798,47	5,79847
1092	01/12/1926	9832,00	01	12	1926	-1,72	5797,67	5,79767
1093	01/01/1925	9133,00	01	01	1925	-2,00	5816,52	5,81652
1094	01/02/1925	9164,00	01	02	1925	3,28	5815,69	5,81569
1095	01/03/1925	9192,00	01	03	1925	6,78	5814,91	5,81491
1096	01/04/1925	9223,00	01	04	1925	11,00	5814,08	5,81408
1097	01/05/1925	9253,00	01	05	1925	15,33	5813,27	5,81327
1098	01/06/1925	9284,00	01	06	1925	23,50	5812,44	5,81244
1099	01/07/1925	9314,00	01	07	1925	23,11	5811,63	5,81163
1100	01/08/1925	9345,00	01	08	1925	22,94	5810,79	5,81079
1101	01/09/1925	9376,00	01	09	1925	20,44	5809,96	5,80996

1102	01/10/1925	9406,00	01	10	1925	10,33	5809,15	5,80915
1103	01/11/1925	9437,00	01	11	1925	6,61	5808,32	5,80832
1104	01/12/1925	9467,00	01	12	1925	1,56	5807,51	5,80751
1105	01/01/1924	8767,00	01	01	1924	0,39	5827,26	5,82726
1106	01/02/1924	8798,00	01	02	1924	-1,72	5826,35	5,82635
1107	01/03/1924	8827,00	01	03	1924	4,00	5825,50	5,8255
1108	01/04/1924	8858,00	01	04	1924	9,50	5824,59	5,82459
1109	01/05/1924	8888,00	01	05	1924	14,06	5823,71	5,82371
1110	01/06/1924	8919,00	01	06	1924	19,89	5822,80	5,8228
1111	01/07/1924	8949,00	01	07	1924	23,39	5821,92	5,82192
1112	01/08/1924	8980,00	01	08	1924	23,50	5821,01	5,82101
1113	01/09/1924	9011,00	01	09	1924	17,83	5820,10	5,8201
1114	01/10/1924	9041,00	01	10	1924	13,94	5819,22	5,81922
1115	01/11/1924	9072,00	01	11	1924	6,89	5818,31	5,81831
1116	01/12/1924	9102,00	01	12	1924	1,11	5817,43	5,81743
1117	01/01/1923	8402,00	01	01	1923	-1,11	5838,00	5,838
1118	01/02/1923	8433,00	01	02	1923	-3,22	5837,09	5,83709
1119	01/03/1923	8461,00	01	03	1923	2,67	5836,24	5,83624
1120	01/04/1923	8492,00	01	04	1923	10,17	5835,33	5,83533
1121	01/05/1923	8522,00	01	05	1923	15,56	5834,45	5,83445
1122	01/06/1923	8553,00	01	06	1923	23,00	5833,54	5,83354
1123	01/07/1923	8583,00	01	07	1923	23,22	5832,66	5,83266
1124	01/08/1923	8614,00	01	08	1923	22,56	5831,75	5,83175
1125	01/09/1923	8645,00	01	09	1923	20,17	5830,84	5,83084
1126	01/10/1923	8675,00	01	10	1923	13,33	5829,96	5,82996
1127	01/11/1923	8706,00	01	11	1923	7,33	5829,05	5,82905
1128	01/12/1923	8736,00	01	12	1923	5,56	5828,17	5,82817
1129	01/01/1922	8037,00	01	01	1922	-2,11	5848,74	5,84874
1130	01/02/1922	8068,00	01	02	1922	0,89	5847,83	5,84783
1131	01/03/1922	8096,00	01	03	1922	5,00	5846,98	5,84698
1132	01/04/1922	8127,00	01	04	1922	10,83	5846,07	5,84607
1133	01/05/1922	8157,00	01	05	1922	18,11	5845,19	5,84519
1134	01/06/1922	8188,00	01	06	1922	22,11	5844,28	5,84428
1135	01/07/1922	8218,00	01	07	1922	23,17	5843,40	5,8434
1136	01/08/1922	8249,00	01	08	1922	22,44	5842,49	5,84249
1137	01/09/1922	8280,00	01	09	1922	20,11	5841,58	5,84158
1138	01/10/1922	8310,00	01	10	1922	14,56	5840,70	5,8407
1139	01/11/1922	8341,00	01	11	1922	7,61	5839,79	5,83979
1140	01/12/1922	8371,00	01	12	1922	0,89	5838,91	5,83891
1141	01/01/1921	7672,00	01	01	1921	0,78	5859,48	5,85948
1142	01/02/1921	7703,00	01	02	1921	1,11	5858,57	5,85857
1143	01/03/1921	7731,00	01	03	1921	9,11	5857,72	5,85772
1144	01/04/1921	7762,00	01	04	1921	13,39	5856,81	5,85681
1145	01/05/1921	7792,00	01	05	1921	16,22	5855,93	5,85593
1146	01/06/1921	7823,00	01	06	1921	21,78	5855,02	5,85502
1147	01/07/1921	7853,00	01	07	1921	25,17	5854,14	5,85414
1148	01/08/1921	7884,00	01	08	1921	22,00	5853,23	5,85323
1149	01/09/1921	7915,00	01	09	1921	22,28	5852,32	5,85232

1150	01/10/1921	7945,00	01	10	1921	13,50	5851,44	5,85144
1151	01/11/1921	7976,00	01	11	1921	7,06	5850,53	5,85053
1152	01/12/1921	8006,00	01	12	1921	0,28	5849,65	5,84965
1153	01/01/1920	7306,00	01	01	1920	-4,78	5870,22	5,87022
1154	01/02/1920	7337,00	01	02	1920	-1,94	5869,31	5,86931
1155	01/03/1920	7366,00	01	03	1920	4,39	5868,45	5,86845
1156	01/04/1920	7397,00	01	04	1920	8,94	5867,55	5,86755
1157	01/05/1920	7427,00	01	05	1920	14,89	5866,66	5,86666
1158	01/06/1920	7458,00	01	06	1920	20,67	5865,76	5,86576
1159	01/07/1920	7488,00	01	07	1920	23,22	5864,87	5,86487
1160	01/08/1920	7519,00	01	08	1920	23,50	5863,97	5,86397
1161	01/09/1920	7550,00	01	09	1920	20,28	5863,06	5,86306
1162	01/10/1920	7580,00	01	10	1920	16,17	5862,18	5,86218
1163	01/11/1920	7611,00	01	11	1920	6,89	5861,27	5,86127
1164	01/12/1920	7641,00	01	12	1920	2,94	5860,39	5,86039
1165	01/01/1919	6941,00	01	01	1919	2,00	5880,79	5,88079
1166	01/02/1919	6972,00	01	02	1919	1,61	5879,89	5,87989
1167	01/03/1919	7000,00	01	03	1919	6,28	5879,05	5,87905
1168	01/04/1919	7031,00	01	04	1919	10,00	5878,16	5,87816
1169	01/05/1919	7061,00	01	05	1919	16,67	5877,29	5,87729
1170	01/06/1919	7092,00	01	06	1919	21,61	5876,40	5,8764
1171	01/07/1919	7122,00	01	07	1919	23,94	5875,53	5,87553
1172	01/08/1919	7153,00	01	08	1919	21,72	5874,63	5,87463
1173	01/09/1919	7184,00	01	09	1919	19,78	5873,74	5,87374
1174	01/10/1919	7214,00	01	10	1919	15,11	5872,87	5,87287
1175	01/11/1919	7245,00	01	11	1919	7,33	5871,98	5,87198
1176	01/12/1919	7275,00	01	12	1919	-1,00	5871,11	5,87111
1177	01/01/1918	6576,00	01	01	1918	-5,72	5891,36	5,89136
1178	01/02/1918	6607,00	01	02	1918	-0,89	5890,47	5,89047
1179	01/03/1918	6635,00	01	03	1918	5,61	5889,63	5,88963
1180	01/04/1918	6666,00	01	04	1918	10,39	5888,73	5,88873
1181	01/05/1918	6696,00	01	05	1918	18,50	5887,86	5,88786
1182	01/06/1918	6727,00	01	06	1918	19,89	5886,97	5,88697
1183	01/07/1918	6757,00	01	07	1918	23,67	5886,10	5,8861
1184	01/08/1918	6788,00	01	08	1918	24,72	5885,21	5,88521
1185	01/09/1918	6819,00	01	09	1918	17,72	5884,31	5,88431
1186	01/10/1918	6849,00	01	10	1918	15,00	5883,44	5,88344
1187	01/11/1918	6880,00	01	11	1918	8,11	5882,55	5,88255
1188	01/12/1918	6910,00	01	12	1918	4,11	5881,68	5,88168
1189	01/01/1917	6211,00	01	01	1917	0,50	5901,94	5,90194
1190	01/02/1917	6242,00	01	02	1917	-2,06	5901,04	5,90104
1191	01/03/1917	6270,00	01	03	1917	4,06	5900,20	5,9002
1192	01/04/1917	6301,00	01	04	1917	9,11	5899,31	5,89931
1193	01/05/1917	6331,00	01	05	1917	12,39	5898,44	5,89844
1194	01/06/1917	6362,00	01	06	1917	21,28	5897,54	5,89754
1195	01/07/1917	6392,00	01	07	1917	24,39	5896,68	5,89668
1196	01/08/1917	6423,00	01	08	1917	24,56	5895,78	5,89578
1197	01/09/1917	6454,00	01	09	1917	17,56	5894,89	5,89489

1198	01/10/1917	6484,00	01	10	1917	11,67	5894,02	5,89402
1199	01/11/1917	6515,00	01	11	1917	5,33	5893,12	5,89312
1200	01/12/1917	6545,00	01	12	1917	-3,89	5892,26	5,89226
1201	01/01/1916	5845,00	01	01	1916	2,22	5912,51	5,91251
1202	01/02/1916	5876,00	01	02	1916	-2,28	5911,62	5,91162
1203	01/03/1916	5905,00	01	03	1916	0,22	5910,78	5,91078
1204	01/04/1916	5936,00	01	04	1916	9,11	5909,88	5,90988
1205	01/05/1916	5966,00	01	05	1916	16,33	5909,02	5,90902
1206	01/06/1916	5997,00	01	06	1916	18,72	5908,12	5,90812
1207	01/07/1916	6027,00	01	07	1916	24,11	5907,25	5,90725
1208	01/08/1916	6058,00	01	08	1916	23,78	5906,36	5,90636
1209	01/09/1916	6089,00	01	09	1916	19,67	5905,46	5,90546
1210	01/10/1916	6119,00	01	10	1916	14,28	5904,59	5,90459
1211	01/11/1916	6150,00	01	11	1916	7,50	5903,70	5,9037
1212	01/12/1916	6180,00	01	12	1916	1,11	5902,83	5,90283



Influence of Earth Magnetic Field on Animal Nervous System Evolution

Kamila Baba-Ahmed^{1*}, Béchir Béjaoui^{2*}, Wafa Feki-Sahnoun², Nouredine Mechouk¹, Zihad Bouslama^{1,3}, Hafedh Abdelmelek⁴,

¹Terrestrial and Aquatic Systems Ecology Laboratory, Faculty of Sciences, Badji Mokhtar University, BP 12, Annaba, 23005 Sidi Amar, Algeria .

²Laboratory of Integrated Physiology, Faculty of Sciences, University of Carthage, Jarzouna, Bizerte 7021, Tunisia.

³National Institute of Science and Technology of the Sea INSTM, 28 rue du 2 mars 1934 Carthage Salambô 2025 Tunis, Tunisia.

⁴National Center for Environmental Research, Compus Sidi Amar Annaba 23000, Algéria.

ABSTRACT

The aim of the present study was to demonstrate the impacts of earth magnetic field (ErMF) on animal nervous system evolution especially electric and histological properties of nerves. We have applied for the first time, as far as we know, a correlation between the influence of ErMF and temperature on superconductor-like behavior in the sciatic nerves of four species. Our question point to answer to the a possible link between magnetic change and climate change and to explain in part the possible implication of both parameters in animal nervous system adaptation and evolution. Our results seem to support the existence of a link between ErMF variation and superconductor-like behavior in nerves. The found link does not mean that the ErMF is fully responsible of the histological, electric properties of nerves and climate changes. The data reveal a decrease in nerve resistivity in chameleon and frog, chick and rabbit; showing a superconductor-like behavior. Analysis of electrical properties demonstrated a clear grade shift at critical temperature (T_c) from poikilotherm (average of $\Delta T = 11.50$) to homeotherm (average of $\Delta T = 38.00$); indicating adaptive nerves changes during evolution confirmed by the increase of Schwann cells number.

Corresponding Author e-mail: kbabaahmed@gmail.com

How to cite this article: Baba-Ahmed K, Béjaoui B, Feki-Sahnoun W, Mechouk N, Bouslama Z, Abdelmelek H (2023) Influence of Earth Magnetic Field on Animal Nervous System Evolution. Journal of Complementary Medicine Research, Vol. 14, No. 1, 2023 (pp. 127-132).

INTRODUCTION

Previous study by Wollin et al. (1971) point that there is a potential link between earth magnetic field (ErMF) and warm climate periods. Bucha (1976) suggested that geomagnetic poles variations could influence atmosphere pressure; leading to sudden climate changes. High values of the solar and/or Earth magnetic field intensity reinforce the shield and then a low density of galactic cosmic rays coming to the solar system and in turn to earth is expected; directly or indirectly probably implicated in animal evolution or extinction (Kitaba et al. 2003, Christl et al. 2004; Snowball et al. 2007; Thoveny et al. 2008, Duplissy et al. 2010; Sato et al. 2013, Wollin et al. 2013). Interestingly, a decreasing in the ErMF intensity would allow a higher entrance of galactic cosmic rays to the earth that could enhance the formation of low-lying clouds leading to tropospheric cooling (Svensmark and Friis-Christensen, 1997; Usoskin, 2008). Moreover, the co-variability of paleomagnetic and paleoclimate time series has been found in many sedimentary records. Most of the reversals of geomagnetic field polarity and magnetic poles' excursions seems to appear in periods of cold climate (Kitaba et al, 2013). This mechanism was invoked to explain the possible relation between the intensity of ErMF and climate on glacial-interglacial timescales, since dipole moment lows seem to occur shortly before the onset of relatively cold intervals. This suggests a connection between low ErMF intensity and climatic cooling. Previous investigations suggested a possible link between centennial-scale cooling episodes and enhanced geomagnetic intensity (Kitaba et al. 2003, Christl et al. 2004, Carrasco et al. 2008; Pavón-Thouveny and Boulès, 2008; Thouveny et al. 2008, Dergachev et al. 2012). De Santis et al, (2012) proposed three mechanisms to explain this possible link based i) on the entrance of charged particles from space and ii) the possible reduction of the ozone layer and/or iii) a common internal cause shared between both ErMF and T_a time variations (Natalya Andreeva Kilifarska et al, 2022).

Our study aim to investigate the possible adaptation of nerve histology and electric properties by earth magnétique in four species.

KEYWORDS:

Earth Magnetic Field, Globe temperature, Oceans, Climate Change, CO₂ solubility, New York.

ARTICLE HISTORY:

Received : Nov 05, 2022

Accepted : Dec 19, 2022

Published: Jan 08, 2023

DOI:

10.5455/jcmr.2023.14.01.24

MATERIAL AND METHODS

Data Sources and Methodology

The present paper was structured as follows: in the first section, we expose the chosen time series to carry out this analysis between years 1916 and 2016 in the area of (USA). Then, we will study the correlation between ErMF and Ta. In addition, linear regression analysis to determine line equations representing the relationship between earth magnetic field (B tesla), ambient temperature and the year in New York was done. The methodology was based on data harvested from two data 1) ErMF (www.ngdc.noaa.gov) and 2) Ta (http://www.infoclimat.fr/climatologie_mensuelle/07156/janvier/1916/New_York.html) (USA). The different data of Ta and ErMF in the area were used in order to perform correlation tests; simulation; and graphics.

Statistical Analysis

A simple linear regression analysis to determine line equations representing the relationship between ErMF (B tesla), Ta and the year in New York. Line equations were generated following the form:

$$y = ax + b \text{ (Fox's, 1997).} \quad (1)$$

where y represents the dependent variable (B tesla or temperature), x represents the independent variable (temperature or year), 'a' represents the slope of the regression line, and 'b' represents the y-intercept. The coefficient of determination (R²) was calculated.

Significance of the differences in ErMF (B tesla) and temperature between sampling years was examined through one-way ANOVA tests. This analysis was made for both Ta and ErMF (B tesla).

All the analysis was performed using the R.3.1.1 (R Development Core Team, 2011) package MASS (Venables and Ripley, 2002).

Animals were euthanized using light anaesthesia. Sciatic nerve samples (n=6) were harvested from chameleon (*Chamaeleo chameleon*; 200g), frogs (*Rana esculenta*; 10g), chick (*Gallus gallusdomesticus*; 200g), and albinos rabbit (2 Kg) with light anaesthesia (Halothane 2.50% in air).

The whole experiment was performed in accordance to the code of practice for the care and use of animals for scientific purposes in Faculty of Sciences in (No.201631).

The proximal segments of the sciatic nerves (1cm) were harvested in order to study resistivity and histological study. Sciatic nerves were conserved in Ringer-buffer during 1 to 5 min. Ringer-buffer composition is: NaHCO₃ solution at 1%, CaCl₂ at 1%, KCl at 1% and NaCl at 0.60%. Then, the electrical resistivity variations of the sciatic nerve with varying temperature were investigated by employing the four-probe technique which is the most common method of determining the critical temperature (T_c) of a superconductor, T_{c_{onset}} (temperature at which resistivity starts decreasing). In the present experiment, we studied the effect of the decrease and the increase of temperature on nerve resistivity. The temperature variation was achieved using a Helium exchange gas filled cryostat (closed cycle refrigerator). Temperature was measured using a calibrated Si-diode sensor with an accuracy of 0.10 K and was

varied from 300K to 200K. Wires are attached to a material via two methods: wires were leaned in chameleon, frog, chick, and rabbit and especially inserted into the nerves of frog. The two external wires (the distance between the 'current' wires: 8 mm) were used as current leads and the other two as the voltage leads (the distance between the 'current' wires: 2 mm) to record potential differences. Through two of these points a voltage is applied, we used a variable current with very low frequency (36Hz). The value of the current used for the resistivity measurements was 20 μA^{4,3} and, if the material is conductive, a current will flow. Then, if any resistance exists in the material, a voltage will appear across the other two points in accordance with Ohm's law. When the material enters a superconductor state, its resistance drops to zero and no voltage appears across the second set of points^{4,3,5} (Figure. 1).

Tissue Preparation

The animals were sacrificed using light anaesthesia and their sciatic nerves were immediately harvested and fixed in 10% neutral formalin for at least 48 hours; after that, the samples are ready to be placed in a dehydration machine (Leica TP1020).

Dehydration and Lightening

The automatic circulation step was performed using automate. Samples were transferred in different baths of alcohol, toluene and paraffin for 24 hours.

Firstly, the dehydration: This operation aims to take out or extract water from tissues by soaking samples in seven successive baths of alcohol (ethanol) in increasing concentration, one alcohol bath 80°C one hour, three alcohol baths 95°C (1st bath four one hour, 2nd and 3rd bath for one and half hour and three alcohol baths at 100°C.

Secondly, enlightenment through xylene: This will replace or remove alcohol and allow rapid penetration of paraffin into the tissue. Xylene is a solvent that replaces the dehydration agent (alcohol) this step takes place in three successive baths of xylene (1st bath four 2h00, 2nd bath four 2h30 and 3rd bath four 1h30)

The final step of the automatic circulation frequently used two paraffin baths to 57°C to impregnate the samples (1st and 2nd bath four 2h00).

Inclusion

Then the samples are coated in paraffin blocs. The blocks preparation was with paraffin distributor and cold plate (-15°C) which allows the sample orientation. After that, the cutting is carried out according to usual methods using a microtome to a thickness of 3 microns.

Coloration

Four steps : dewaxing by passage through one xylene bath, rehydration by successive passage in alcohol baths at 100°, 90°, 80° and water, routine coloration with hematoxylin-eosin (H-E), rapid dehydration by successive passage in alcohol baths at 80°, 90°, 100° and one bath of xylene.

Finally, reading histological sections and images taken with automatic image analyzer microscope (Leica Qwin)^{12,13}

The calculation method of the topography of Schwann cells in different species was performed according to the model showed in figure. 2.

Calculation of Magnetic Values Based on Aurore Equation

The calculation of magnetic values will use Aurore equation (Baba Ahmed et al 2019). The equation describe a link between Ta and magnetic field that allow us to determine the correspondent values of Tco and Tc onset.

$$\text{Aurore } B = p1 \cdot T + p2$$

P1=-6.0142
P2=17420

Statistical Analysis

Statistical analysis of data was performed using analysis of variance (ANOVA) the one-way ANOVA for comparison between two groups. Values were considered statistically significant p below 0.05 and the level of significance indicated as (*) p≤0.01, (**) p≤0.001, (***) p≤0.0001. The data are shown as a mean ± Standard Error of the Mean (SEM).

RESULTS

In chameleon, the R-T curve at 238 K showed a markable decrease in resistivity without reaching the zero point. Leaning the electrical contacts into sciatic nerve showed a

stability of the sciatic nerve resistivity at 252 K < T < 300 K and a sudden rise of conductivity were observed below 240 K (Figure. 3). Then, at temperatures lower than 240 K, the resistivity of the nerve remains constant. Secondly, when the electrical contacts were leaned into the frog sciatic nerve, the nerve resistivity decreased slightly with temperature until about 252 K. The nerve resistivity decreased abruptly at temperatures lower than 241 K, to stabilize at a low values (Figure. 1). Moreover, changing the model and conducting probes embedded into the frog sciatic nerve, resulting a linear decrease of the sciatic nerve resistivity is observed for 239 K < T < 300 K and an abrupt rise of conductivity is shown below 235 K. Then, the resistivity of the nerve remains constant and close to one tenth of its ambient temperature value (Figure. 1). Thirdly in chick, the R-T curve at 280 K showed a markedly fall of resistivity without reaching the zero point. We noticed an increase of the sciatic nerve resistivity is observed for 280 K < T < 300 K and an abrupt rise of conductivity were shown below 244 K (Figure. 1). Results from R-T curve at 298 K of rabbit, showed a markedly fall of resistivity without reaching the zero point. Additionally, a decrease of the sciatic nerve resistivity is observed for 258 K < T < 298 K and an abrupt rise of conductivity were shown below 258 K (Figure. 1).

The present investigation reported that evolution of species from poikilotherm to homeotherm increases the ΔT average from 11.50 to 38.00 in different nerves in Table 1.

Histological Sections

Longitudinal sections of the sciatic nerves show the presence of nerve fibers with Schwann cells that is surrounding the myelin sheath of chameleon (Figure. 5a), frog (Figure. 5b), chick (Figure. 5c) and rabbit (Figure. 5d).

Evaluation of Schwann n cell number was performed using Image J software. The analysis of the data reported that the most important number of Schwann cells was in homeotherm species compared to poikilotherm (173.50 ± 16.55 vs. 63.75 ± 7.70, ***p=0.0001) (Figure. 6).

The analysis based on the calculation of Schwann cells revealed that during evolution the number and the density increased in the studied species (Figure 7, Figure 8, Figure 9 and Figure 10).

The estimation of the distance a-b, c-d, a-d and b-c demonstrate that these intervals are higher in poikilotherm compared to homeotherm.

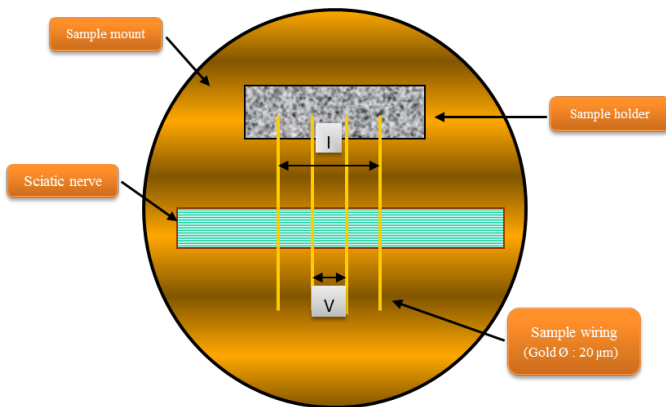


Fig. 1: The Four-point Probe technique (14).

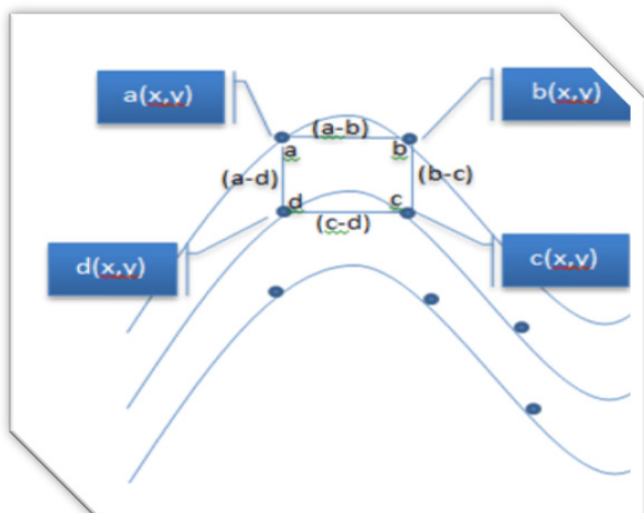


Fig. 2: Calculation methods of the topography of Schwann Cells () in different species.

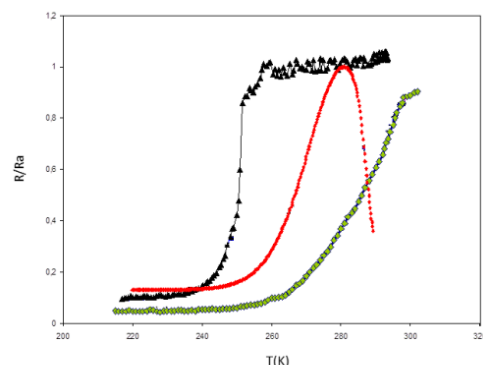


Fig. 3: Comparison of the electrical behavior at low temperature of the sciatic nerves of chameleon (arrows), chick (dotted line), and rabbit .

DISCUSSION

In recent years, several studies have investigated the implication of electrical signals at very low temperature in adaptation of animal species. The study conducted on sciatic nerves of chameleon, frog, chick and rabbit reported remarkable changes in the electrical properties in sciatic nerve of four studied species. However, a prominent decrease

in nerve resistivity was observed in (chameleon 252 K), (frog 252 K), (chick 280 K) and (rabbit 298 K); showing a superconductor-like behavior. Analysis of electrical properties demonstrated a clear grade shift at critical temperature (T_c) from poikilotherm to homeotherm; indicating adaptive nerves changes during evolution confirmed by the increase of Schwann cells number as reported in figure 6.

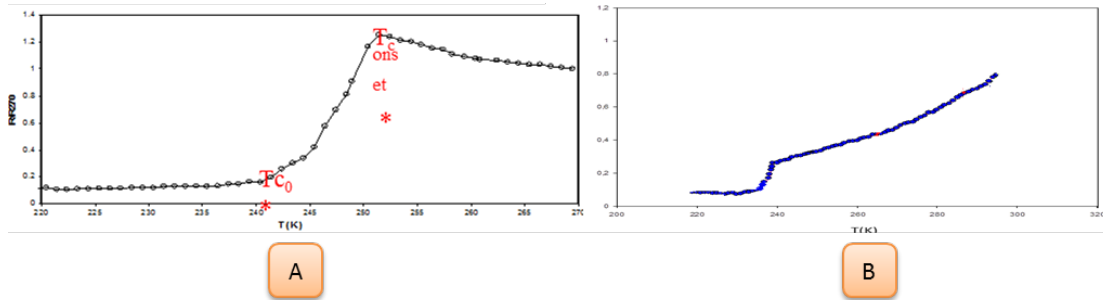


Fig. 4: Evolution of the normalized electric resistance (R/R_a) of the frog sciatic nerve in terms of the temperature T (K) with external recording with the gold past(A), (B) with an internal recording with the gold past ($\Delta T = 252-241 = 11K$).

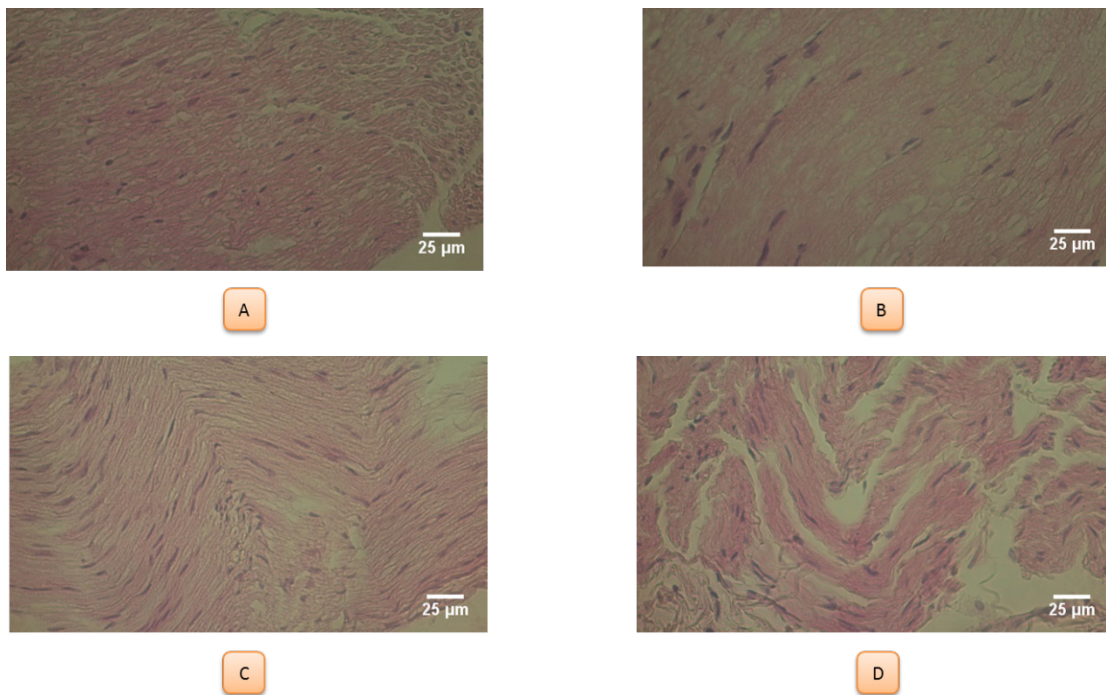


Fig. 5: Longitudinal sections of the sciatic nerve of: (A) chameleon, (B) frog, (C) chick and (D) rabbit. (Hematoxylin-eosin X40)

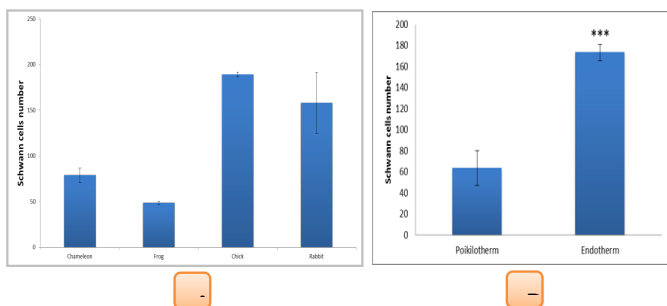


Fig. 6: The number of Schwann cells (A) in four species: chameleon, frog, chick and rabbit (B); in poikilotherms endotherm. Values are given as the mean \pm SEM, for groups of 6 animals each, Schwann cells number of endotherms was compared with poikilotherms *** $p=0.0001$

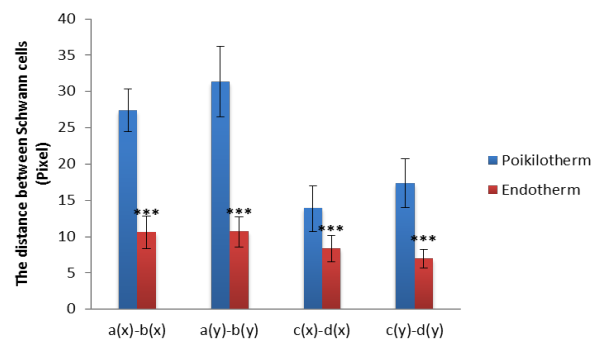


Fig. 7: The distance between two Schwann cells on the same line (point a-b and c-d) in Poikilotherms Endotherm. Values are given as the mean \pm SEM, for groups of six animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms *** $p=0.0001$

As indicated in the methodology, we us Aurore Equation ($B=p_1T+p_2$. (5) in order to covert T_c on ErMF values during animal evolution. Based on magnetic field and ambient temperature in New York (USA), collected since the beginning of 1916 up to 2016, this data provides not only more evidence for existing coupling between earth magnetic field and climate system, but also offers a bio-physically rational explanation and results supporting its validity related to histological investigation and analysis related to myelin sheaths, Schwann cells ratios.

In view of these results, it would be expected that ErMF decrease could generate a globe temperature increase perhaps implicated in the embedded nerves in endotherm species

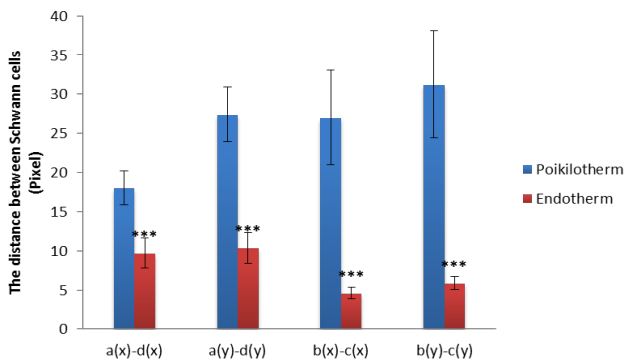


Fig. 9: The distance between two Schwann cells on two superposed lines (point a-d and b-c) in Poikilotherms vs Endotherms. Values are given as the mean ± SEM, for groups of 6 animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001

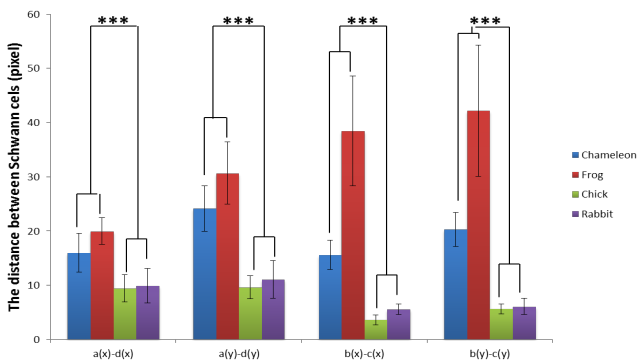


Fig. 8: The distance between two Schwann cells on two superposed lines (point a-d and b-c) in chameleon, frog, chick, and rabbit. Values are given as the mean ± SEM, for groups of 6 animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001

compared to poikilotherm species as seen by ratio calculation. There are many new theories aiming to explain recent climate changes i) the first of them is that an increase of the ErMF facilitates the entrance of charged particles from space and if the ErMF grows more than it is expected (positive anomaly), then this entrance is favoured; leading to warm atmosphere. Recent works (Bhaskar et al. 2017; Souza et al. 2008) have found interesting correlations between ErMF, solar eruption, and galactic cosmic rays periodic variations and climate change ii) another mechanism proposed a possible reduction of the ozone layer in the upper stratosphere that can cause changes in the climate (Solanki et al. 2013) iii)

As we can observe, these two mechanisms relate the solar activity, the galactic cosmic rays production and the ErMF with the Earth’s climate, by suggesting that all of them can work together and be needed to complete these mechanism by a new hypothesis implicating the effects of ErMF on T_a variation in different continent in the globe.

In agreement with our results showing ErMF increase and T_a decrease; indicating a negative correlation between both parameters as shown in equation 1. Other studies point out the possible mechanisms that explain these correlations. In the present study, all these works and biophysical mechanisms proposed lead to the deduction that the existence of possible link between the Earth’s climate change, the ErMF variation, and animal species adaptation. The co-variability of paleomagnetic and paleoclimate time series has been found in many sedimentary records (Natalya Andreeva Kilifarska et al, 2022). Most of the reversals of geomagnetic field polarity and magnetic poles’ excursions seems to appear in periods of cold climate (Kitaba et al, 2013). Data reported that climatic cooling fairly well corresponds to episodes with a stronger geomagnetic field. By contrast, together with objective difficulties for disentangling paleomagnetic from paleoclimate data- due to the high variability and climate dependence of marine sedimentation rates -determines the scepticism of the greater part of scientific community regarding possible links between geomagnetic field and climate (Natalya Andreeva Kilifarska et al, 2022).

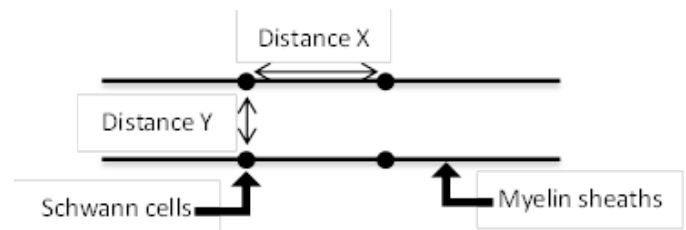


Fig. 10: The model of Schwann cells disposition

Table 1: Transition temperature of the sciatic nerves of chameleon, frog, chick and rabbit. Values are given as the mean ± SEM, for groups of 6 animals each, ΔT average (K) of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001. ***p=0.0001.

		T_c (K)	$T_{c_{onset}}$ (K)	T_{c0} (K)	ΔT (K)	ΔT average (K)
Chameleon	Leaned	238 ± 0.07	252 ± 0.09	240 ± 0.04	12 ± 0.02	Poikilotherms
Frog	Leaned	238 ± 0.05	252 ± 0.08	241 ± 0.09	11 ± 0.04	11.50 ± 0.22
	inserted	227 ± 0.03	239 ± 0.02	235 ± 0.07		
Chick	Leaned	237 ± 0.02	280 ± 0.05	244 ± 0.07	36 ± 0.01	Endotherms
						38.00 ± 0.89***
Rabbit	Leaned	254 ± 0.01	298 ± 0.08	258 ± 0.06	40 ± 0.03	

Table 2: Calculation of magnetic field using transition temperature of the sciatic nerves of chameleon, frog, chick and rabbit based on Aurore Equation (Baba-Ahmed et al, 2019) .Values are given as the mean \pm SEM, for groups of 6 animals each, ΔT average (K) of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001. ***p=0.0001.

		CM Tc (nT)	CM Tconcet(nT)	CM Tc0 (nT)
Chameleon	Leaned	15988.62	15904.42	15976.59
Frog	Leaned	15988.62	15904.42	15970.57
	inserted	16054.77	15982.60	16006.66
Chick	Leaned	15994.63	15736.02	15952.53
Rabbit	leaned	15892.39	15627.68	15868.33

CONCLUSIONS

We have applied for the first time, as far as we know, an analysis of the evolution of ErMF and Ta during hundred years in the New York in order to answer to the question of a possible link between the Earth's magnetic field and climate change and to develop a prediction tools. Our results seem to support the existence of a connection between ErMF variation and Ta anomalies. The found correlation does not mean that the ErMF is fully responsible of the Ta variation and therefore climate changes. Future studies are needed to completely exploit this issue, for example to check other time series at longer timescales and other towns.

Conflict of interest: The authors declare no competing financial interests.

Acknowledgement: the authors are grateful to Bechir AZIB for the technical assistance, providing reagents and equipment.

REFERENCES

- Abdelmelek, H., Cottet-Emard, J. M., Pequignot, J. M., & Barre, H. (2000). Spinal cord monoaminergic system response to age and cold-acclimatization in Muscovy duckling. *Journal of neural transmission*, 107(10), 1175-1185.
- Abdelmelek, H., Chater, S., & Sakly, M. (2001). Acute exposure to magnetic field depresses shivering thermogenesis in rat. 46, 164-166.
- Abdelmelek, H., Chirgui, M. A., Salem, B. M., & Sakly, M. (2003). Impact of evolution on the electrical properties of sciatic nerves: Superconductivity-like. *Physical and Chemical News* http://www.pcnjournal.com/volume_13_september_2003_088.htm.
- Abdelmelek, H., Cottet-Emard, J. M., Pequignot, J. M., & Barré, H. (2003). Sciatic nerve monoaminergic system response to cold acclimatization in Muscovy duckling. *Journal of neural transmission*, 110(12), 1359-1367.
- Adam, A., & Friede, R. L. (1988). The number of frog sciatic axons increases continually during body growth. *Anatomy and embryology*, 178(6), 537-541.
- Trabelsi, H., Azzouz, I., Ferchichi, S., Tebourbi, O., Sakly, M., & Abdelmelek, H. (2013). Nanotoxicological evaluation of oxidative responses in rat nephrocytes induced by cadmium. *International journal of nanomedicine*, 3447-3453.
- E. Stålberg, H.Erdem (2000).Nerve conductive studies. *NorolBil D*, volume 17, issue 2.
- Ahmed, S., Malik, S., Azeem, M. A., & Noushad, S. (2012). Sciatic nerve conduction velocity and locomotory patterns in Frog, Uromastix and Rabbit. *JAPS, Journal of Animal and Plant Sciences*, 22(4), 878-883.
- Lagerspetz, K. Y., & Talo, A. (1967). Temperature Acclimation of the Functional Parameters of the Giant Nerve Fibres in Lumbricus Terrestris L: I. Conduction Velocity and the Duration of the Rising and Falling Phase of Action Potential. *Journal of Experimental Biology*, 47(3), 471-480.
- Schön, J. H., Kloc, C., & Batlogg, B. (2000). RETRACTED ARTICLE: Superconductivity in molecular crystals induced by charge injection. *Nature*, 406(6797), 702-704.
- Lagerspetz, K. Y., & Talo, A. (1967). Temperature Acclimation of the Functional Parameters of the Giant Nerve Fibres in Lumbricus Terrestris L: I. Conduction Velocity and the Duration of the Rising and Falling Phase of Action Potential. *Journal of Experimental Biology*, 47(3), 471-480.
- Barton, R. A., & Harvey, P. H. (2000). Mosaic evolution of brain structure in mammals. *Nature*, 405(6790), 1055-1058.
- Waxman, S. G. (1977). Conduction in myelinated, unmyelinated, and demyelinated fibers. *Archives of Neurology*, 34(10), 585-589.
- Abdelmelek, H., Hamouda, A. E. M. B., Salem, M. B., Pequignot, J. M., & Sakly, M. (2003). Electrical conduction through nerve and DNA. *Chinese Journal of Physiology*, 46(3), 137-141.
- Mbainabeye, J., Ezzedine, B. B., Mohamed, B. S., Moshen, S., & Abdelmelek, H. (2012). Analysis and characterization of the electrical conductivity behavior of the sciatic nerve using wavelet transform and signal processing. *Int. J. Electron. Commun. Comput. Eng.*, 4, 2278-4209.
- Hanini, A., Schmitt, A., Kacem, K., Chau, F., Ammar, S., & Gavard, J. (2011). Evaluation of iron oxide nanoparticle biocompatibility. *International journal of nanomedicine*, 6, 787.
- Kasumov, A. Y., Kociak, M., Gueron, S., Reulet, B., Volkov, V. T., Klinov, D. V., & Bouchiat, H. (2001). Proximity-induced superconductivity in DNA. *Science*, 291(5502), 280-282.
- Martin, P. M., Cifuentes-Diaz, C., Garcia, M., Goutebroze, L., & Girault, J. A. (2008). Axon and Schwann cells... so far away, so close. *Revue Neurologique*, 164(12), 1057-1062.

STUDY OF ELECTRICAL AND MAGNETIC FIELD PROPERTIES OF SCIATIC NERVES AT LOW TEMPERATURES IN POIKILOTHERM AND HOMEOTHERM

K. BABA-AHMED ^{1*}, A. AZZOUZ ¹, A. HANINI ², L. SAILI ¹, A. REJEB ³, M. BEN SALEM ⁴,
H. ABDELMELEK ² AND Z. BOUSLAMA ¹.

¹ Laboratoire d'Ecologie des Systèmes Terrestres et Aquatiques, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000 Sidi Amar, Annaba, Algérie.

² Laboratoire de Physiologie Intégrée, Faculté des Sciences, Université de Carthage, Jarzouna, Bizerte 7021, Tunisie.

³ Service d'Anatomie Pathologique Ecole Nationale de Médecine Vétérinaire de Sidi Thabet 2020 Sidi Thabet, Tunisie.

⁴ Laboratoire L3M, Faculté des Sciences de Bizerte 7021 Jarzouna, Tunisie.

* Corresponding author: E-mail: kbabaahmed@gmail.com.

RESUME

Des études récentes montrent l'implication des signaux électriques à basse température dans l'adaptation des espèces animales. Les études de la résistivité électrique (R) à différentes températures (T) entre 300 K et 200 K chez les caméléons, grenouilles, poussins et lapins montrent des chutes remarquables de la résistivité indiquant la présence d'un comportement supraconducteur-like chez les quatre espèces animales. Nous observons une diminution importante de la résistivité nerveuse chez le caméléon (252 K), la grenouille (252 K), le poussin (280 K) et le lapin 298 K. L'analyse des propriétés électriques montre une translation de la température critique (T_c) des poïkilothermes (Moyenne $\Delta T = 11,50$ du caméléon et de la grenouille) aux endothermes (Moyenne $\Delta T = 38,00$ du poussin et du lapin) ; indiquant l'existence d'un mécanisme adaptatif au cours de l'évolution entre les deux groupes confirmés par l'augmentation du nombre de cellules de Schwann. En plus, en utilisant l'équation d'Aurore, nous avons déterminé les valeurs de champ magnétique ; indiquant que l'adaptation pourrait être liée aussi aux propriétés magnétiques des nerfs sciatiques.

Mots clés: Evolution, nerf sciatique, résistivité, comportement de type supraconducteur, champ magnétique, cellules de Schwann.

ABSTRACT

In recent years several studies have investigated the implication of electrical signals at very low temperature in adaptation of animal species. The study conducted on sciatic nerves of chameleon, frog, chick and rabbit demonstrates the electric resistivity (R) at different temperatures (T) between 300 K to 200 K. Remarkable changes were observed following the electrical contacts to sciatic nerve of the four studied species. However, a prominent decrease in nerve resistivity was observed (Chameleon 252 K), (frog 252 K), (chick 280 K) and (rabbit 298 K); showing a superconductor-like behaviour. Analysis of electrical properties demonstrated a clear grade shift at critical temperature (T_c) from poikilotherm (Average of $\Delta T = 11.50$ of chameleon and frog) to homeotherm (Average of $\Delta T = 38.00$ of chick and rabbit); indicating adaptive nerves changes during evolution confirmed by the increase of Schwann cells number. Moreover, using Aurore Equation we determined the magnetic field implicated in animal adaptation in four species.

Keywords: Evolution, sciatic nerve, resistivity, superconductor-like behaviour, magnetic field, Schwann cells.

INTRODUCTION

Physiological studies have shown neurochemical and electrical changes in nervous system during globe temperature variations that could be associated with adaptative mechanisms; leading to evolution of species from poikilotherm to homeotherm ^{1, 2, 3}. Besides the action of monoamines other electrical properties such as action potential or superconductor-like behaviour play a key role in the optimization of nerve network ^{1, 2}. Moreover, previous studies suggested the presence of cold adaptative mechanisms within the spinal cord and sciatic nerve through dopaminergic and serotonergic pathways during cold adaptation ^{1, 4}. By contrast, there are few studies investigating the implication of electrical signals at very low temperature in animal species adaptation. Previous studies reported an increase in myelin sheaths during evolution that could be implicated to the neuromodulation of two components: the neurochemical transmission at low temperature and the adaptative nervous system electrical responses to different environmental stimuli. Previous study by Mbainabeye et al ⁵ revealed different electrical responses of frog sciatic nerves during the decrease of temperature and wavelet models. Furthermore, Abdelmelek et al, ⁴ demonstrated that evolution from poikilotherm to homeotherm led to a grade shift in relative “superconducting” transition temperature (T_c). Interestingly, conduction velocity and electric potential amplitude are also dependent on temperature, axonal diameter, the presence of myelin and the properties of the membrane, both locally at the recording site and generally along the nerve ^{1, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11}. It might therefore be expected that natural selection on neuron or nerve conduction could have caused several structural and functional changes ^{4, 3, 6, 7}.

Our study aiming to investigate if there is any implication of Earth Magnétique field in neuron or nerve evolution in four species.

Our study applied for the first time an analysis tool to investigate the evolution undertaken in studied subject. Previous investigation support the existence of a connection between ErMF variation and Ta anomalies. finding the correlation does not mean that the ErMF is fully responsible of the Ta variation and therefore climate changes.

MATERIAL AND METHODS

Animals were euthanized using light anaesthesia. Sciatic nerve samples ($n=6$) were harvested from chameleon (*Chamaeleo chamaeleon*; 200g), frogs (*Rana esculenta*; 10g), chick (*Gallus gallusdomesticus*; 200g), and albinos rabbit (2 Kg) with light anaesthesia (Halothane 2.50% in air). The proximal segments of the sciatic nerves (1cm) were harvested in order to study resistivity and histological study. Sciatic nerves were conserved in Ringer-buffer during 1 to 5 min. Ringer-buffer composition is: NaHCO_3 solution at 1%, CaCl_2 at 1%, KCl at 1% and NaCl at 0.60%. Then, the electrical resistivity variations of the sciatic nerve with varying temperature were investigated by employing the four-probe technique which is the most common method of determining the critical temperature (T_c) of a superconductor, T_{conset} (temperature at which resistivity starts decreasing). In the present experiment we studied the effect of the decrease and the increase of temperature on nerve resistivity. The temperature variation was achieved using a Helium exchange gas filled cryostat (closed cycle refrigerator). Temperature was measured using a calibrated Si-diode sensor with an accuracy of 0.10 K and was varied from 300K to 200K. Wires are attached to a material via two methods: wires were leaned in chameleon, frog, chick, and rabbit and especially inserted into the nerves of frog. The two external wires (the distance between the ‘current’ wires: 8 mm) were used as current leads and the other two as the voltage leads (the distance between the ‘current’ wires: 2 mm) to record potential differences. Through two of these points a voltage is applied, we used a variable current with very low frequency (36Hz). The value of the current used for the resistivity measurements was $20 \mu\text{A}$ ^{4, 3} and, if the material is conductive, a current will flow. Then, if any resistance exists in the material, a voltage will appear across the other two points in accordance with Ohm’s law. When the material enters a superconductor state, its resistance drops to zero and no voltage appears across the second set of points ^{4, 3, 5} (Figure 1).

Tissue preparation

The animals were sacrificed using light anaesthesia and their sciatic nerves were immediately harvested

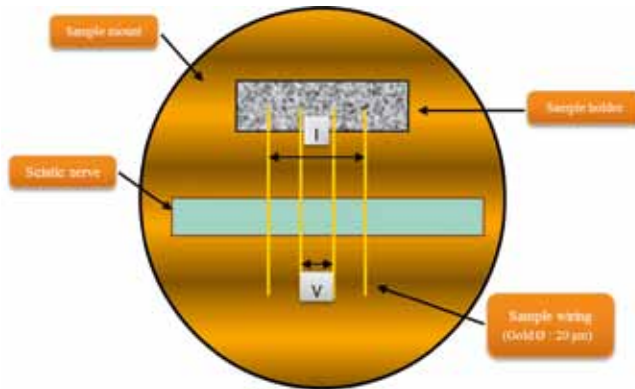


Figure 1: The Four-point Probe technique ¹⁴.

and fixed in 10% neutral formalin for at least 48 hours; after that the samples are ready to be placed in a dehydration machine (Leika TP1020).

Dehydration and lightening

The automatic circulation step was performed using automate. Samples were transferred in different baths of alcohol, toluene and paraffin for 24 hours. Firstly, the dehydration: This operation aims to take out or extract water from tissues by soaking samples in seven successive baths of alcohol (ethanol) in increasing concentration, one alcohol bath 80°C one hour, three alcohol baths 95°C (1st bath four one hour, 2nd and 3rd bath for one and half hour and three alcohol baths at 100°C.

Secondly, enlightenment through xylene: This will replace or remove alcohol and allow rapid penetration of paraffin into the tissue. Xylene is a solvent that replaces the dehydration agent (alcohol) this step takes place in three successive baths of xylene (1st bath four 2h00, 2nd bath four 2h30 and 3rd bath four 1h30).

The final step of the automatic circulation frequently used two paraffin baths to 57°C to impregnate the samples (1st and 2nd bath four 2h00).

Inclusion

Then the samples are coated in paraffin blocs. The blocks preparation was with paraffin distributor and cold plate (-15°C) which allows the sample orientation. After that, the cutting is carried out

according to usual methods using a microtome to a thickness of 3 microns.

Coloration

Four steps: dewaxing by passage through one xylene bath, rehydration by successive passage in alcohol baths at 100°, 90°, 80 ° and water, routine coloration with hematoxylin-eosin (H-E), rapid dehydration by successive passage in alcohol baths at 80°, 90°, 100° and one bath of xylene.

Finally, reading histological sections and images taken with automatic image analyzer microscope (Leika Qwin) ^{12, 13}

The calculation method of the topography of Schwann cells in different species was performed according to the model showed in figure 2.

Calculation of magnetic values based on Aurore Equation

The calculation of magnetic values will use Aurore equation (Baba ahmed et al 2019). The equation describe a link between T_a and magnetic field that allow us to determine the correspondent values of T_{co} and $T_{c\ onset}$.

$$\begin{aligned} \text{Eq: Aurore } B &= p1 * T + p2 \\ P1 &= -6.0142 \\ P2 &= 17420 \end{aligned}$$

Statistical Analysis

Statistical analysis of data was performed using analysis of variance (ANOVA) the one-way ANOVA for comparison between two groups. Values were considered statistically significant p below 0.05 and

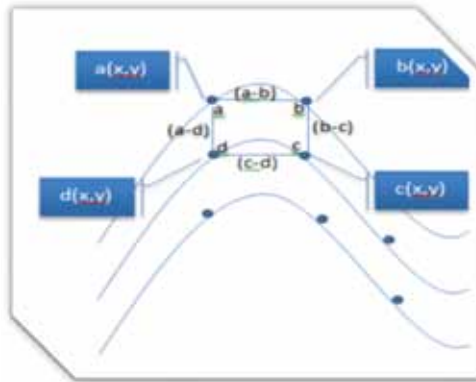


Figure 2: Calculation methods of the topography of Schwann Cells (●) in different species.

the level of significance indicated as (*) $p \leq 0.01$, (**) $p \leq 0.001$, (***) $p \leq 0.0001$. The data are shown as a mean \pm Standard Error of the Mean (SEM).

RESULTS

In chameleon, the R-T curve at 238 K showed a markable decrease in resistivity without reaching the zero point. Leaning the electrical contacts into sciatic nerve showed a stability of the sciatic nerve resistivity at $252 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$ and a sudden rise of conductivity were observed below 240 K (Figure 3). Then, at temperatures lower than 240 K , the resistivity of the nerve remains constant.

Secondly when the electrical contacts were leaned into the frog sciatic nerve, the nerve resistivity decreased slightly with temperature until about 252 K . The nerve resistivity decreased abruptly at temperatures lower than 241 K , to stabilize at a low values (Figure 4a). Moreover, changing the model and conducting probes embedded into the frog sciatic nerve, resulting a linear decrease of the sciatic nerve resistivity is observed for $239 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$ and an abrupt rise of conductivity is shown below 235 K . Then, the resistivity of the nerve remains constant and close to one tenth of its ambient temperature value (Figure 4b). Thirdly in chick, the R-T curve at 280 K showed a markedly fall of resistivity without reaching the zero point. We noticed an increase of the sciatic nerve resistivity is observed for $280 \text{ K} < T < 300 \text{ K}$ and an abrupt rise of conductivity were shown below 244 K (Figure 3). Results from R-T curve at 298 K of rabbit, showed a

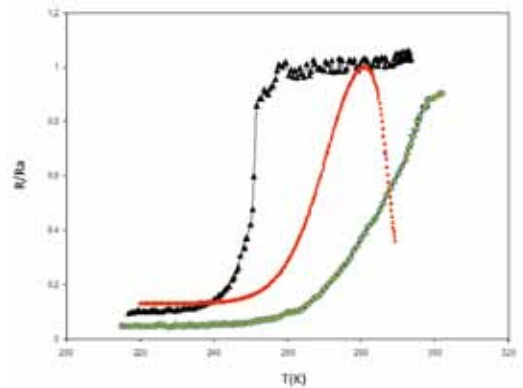


Figure 3: Comparison of the electrical behavior at low temperature of the sciatic nerves of chameleon (arrows), chick (dotted line), and rabbit (tiles).

markedly fall of resistivity without reaching the zero point. Additionally, a decrease of the sciatic nerve resistivity is observed for $258 \text{ K} < T < 298 \text{ K}$ and an abrupt rise of conductivity were shown below 258 K (Figure 3).

The present investigation reported that evolution of species from poikilotherm to homeotherm increases the ΔT average from 11.50 to 38.00 (T_c , T_{onset} , and T_{c_0} values were used for the calculation of $\Delta T(T_{c_0} - T_{c_{\text{onset}}})$ of different nerves in table I).

Our study reveal that calculated magnetic field give us an increase or decrease of MF during evolution of species from poikilotherm to homeotherm (Table II).

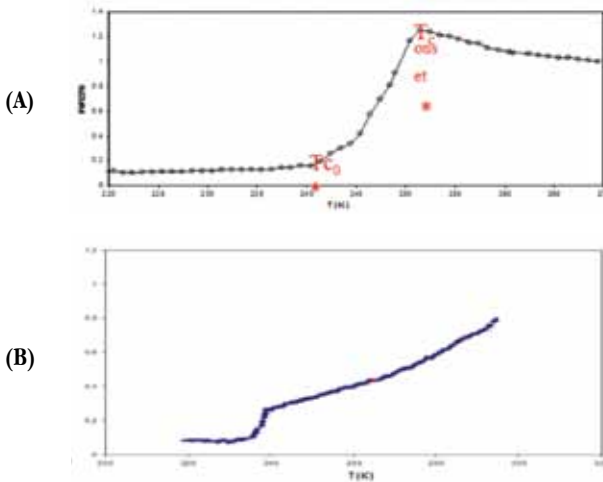


Figure 4: Evolution of the normalized electric resistance (R/R_a) of the frog sciatic nerve in terms of the temperature T (K) with external recording with the gold past(A), (B) with an internal recording with the gold past ($\Delta T = 252-241 = 11K$).

Table I: Transition temperature of the sciatic nerves of chameleon, frog, chick and rabbit. Values are given as the mean \pm SEM, for groups of 6 animals each, ΔT average (K) of endotherms was compared with poikilotherms *** $p=0.0001$. *** $p=0.0001$.

		T_c (K)	$T_{c_{oncel}}$ (K)	T_{c_0} (K)	ΔT (K)	ΔT average(K)
Chameleon	Leaned	238 ± 0.07	252 ± 0.09	240 ± 0.04	12 ± 0.02	Poikilotherms 11.50 ± 0.22
Frog	Leaned	238 ± 0.05	252 ± 0.08	241 ± 0.09	11 ± 0.04	
	inserted	227 ± 0.03	239 ± 0.02	235 ± 0.07		
Chick	Leaned	237 ± 0.02	280 ± 0.05	244 ± 0.07	36 ± 0.01	Endotherms $38.00 \pm 0.89^{***}$
Rabbit	Leaned	254 ± 0.01	298 ± 0.08	258 ± 0.06	40 ± 0.03	

Table II: Calculation of magnetic field using transition temperature of the sciatic nerves of chameleon, frog, chick and rabbit based on Aurore Equation (Baba-Abmed et al, 2019) .Values are given as the mean \pm SEM, for groups of 6 animals each, ΔT average (K) of endotherms was compared with poikilotherms *** $p=0.0001$. *** $p=0.0001$.

		CM T_c (nT)	CM $T_{c_{oncel}}$ (nT)	CM T_{c_0} (nT)
Chameleon	Leaned	15988.6204	15904.4216	15976.592
Frog	Leaned	15988.6204	15904.4216	15970.5778
	inserted	16054.7766	15982.6062	16006.663
Chick	Leaned	15994.6346	15736.024	15952.5352
Rabbit	leaned	15892.3932	15627.684	15868.3364

Histological sections

Longitudinal sections of the sciatic nerves show the presence of nerve fibers with Schwann cells that is surrounding the myelin sheath of chameleon (Figure 5a), frog (Figure 5b), chick (Figure 5c) and rabbit (Figure 5d).

Evaluation of Schwann cell number was performed using Image J software. The analysis of the data reported that the most important number of Schwann cells was in homeotherm species compared to poikilotherm (173.50 ± 16.55 vs. 63.75 ± 7.70 , $***p=0.0001$) (Figure 6).

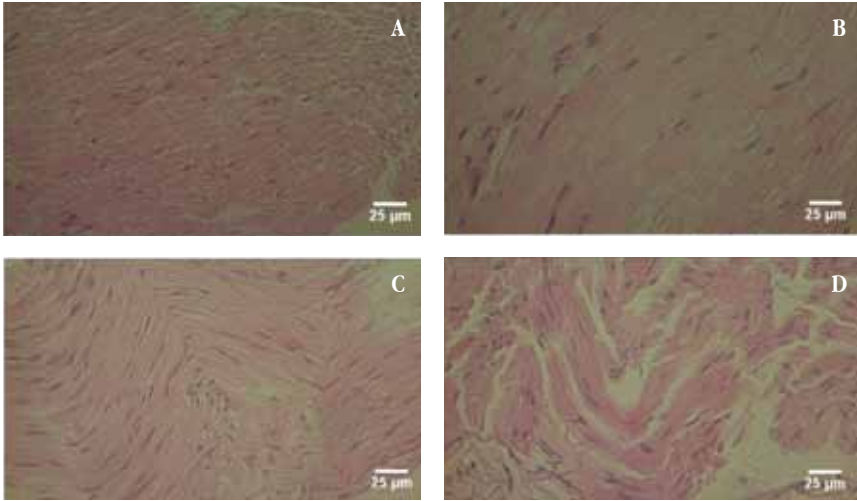


Figure 5: Longitudinal sections of the sciatic nerve of: (A) chameleon, (B) frog, (C) chick and (D) rabbit. (Hematoxylin-eosin X40).

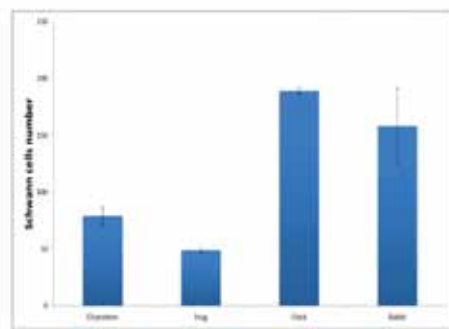


Figure 6: The number of Schwann cells (A) in four species: chameleon, frog, chick and rabbit (B); in poikilothermus endotherm. Values are given as the mean \pm SEM, for groups of 6 animals each, Schwann cells number of endotherms was compared with poikilotherms $***p=0.0001$.

The analysis based on the calculation of the number and the density increased in the studied species (Figure 7, Figure 8, Figure 9 and Figure 10).

The estimation of the distance a-b, c-d, a-d and b-c demonstrate that these intervals are higher in poikilotherm compared to homeotherm.

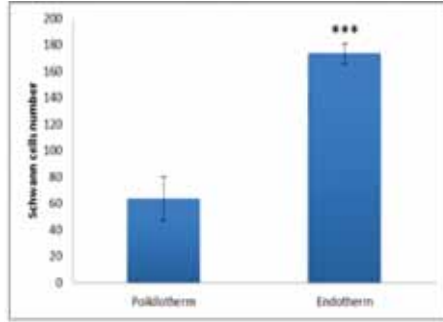


Figure 7: The distance between two Schwann cells on the same line (point a-b and c-d) in chameleon, frog, chick and rabbit. Values are given as the mean ± SEM, for groups of six animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001.

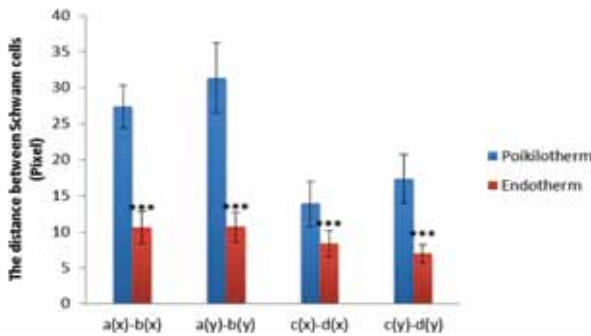


Figure 8: The distance between two Schwann cells on the same line (point a-b and c-d) in Poikilotherms Endotherm. Values are given as the mean ± SEM, for groups of six animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001.

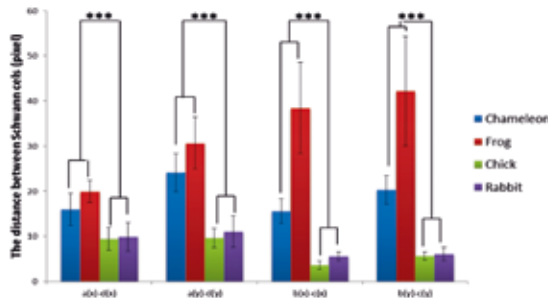


Figure 9: The distance between two Schwann cells on two superposed lines (point a-d and b-c) in chameleon, frog, chick, and rabbit. Values are given as the mean ± SEM, for groups of 6 animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms ***p=0.0001.

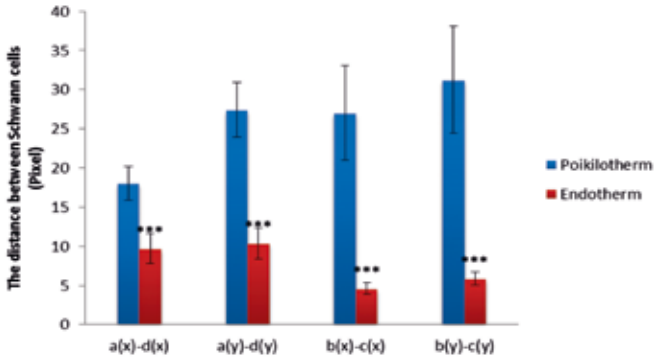


Figure 10: The distance between two Schwann cells on two superposed lines (point a-d and b-c) in *Poikilothermus Endotherm*. Values are given as the mean \pm SEM, for groups of 6 animals each, the distance between Schwann cells of endotherms was compared with poikilotherms *** $p=0.0001$.

DISCUSSION

The present investigation has indicated that low temperatures induce a striking decrease of nerve resistivity in the four studied species; showing a superconductor-like behaviour. Analysis of electrical properties has demonstrated clearly a grade shift in T_c and magnetic field from poikilotherm (chameleon, frog) to homeotherm (birds, rabbit) confirmed by the increase of Schwann cells number during species evolution.

Previous results have demonstrated the existence of superconductor-like behaviour in sciatic nerve ^{3, 6, 5}. Our main interest lies in the electrical properties of large-scale nerve networks at low temperature during evolution. Understanding these complex functions of nerves during evolution requires a multidisciplinary approach based on electrical and neurochemical properties of nervous system ^{1, 4, 3, 6} especially sciatic nerves. According to our findings, the marked decrease of resistivity at low temperature in all studied species can be mediated by a mechanism having many similarities with inorganic or organic superconductors ^{14, 15, 3, 6, 5}. All species in figure 2 showed a marked fall of resistivity ; indicating a superconductor-like behaviour. Electrical behaviour was divided in two groups: the first group with T_c below than 260 K is poikilotherm (Chameleon and frog) and the second group up to 260 K is homeotherm (bird and rabbit). Thus, our finding shows that both the decrease and or increase of temperature has a proportional effect

on the sciatic nerve resistivity in four species, and we propose the effective integrity of structure under severe cold. These results could be explained by fundamental anatomical and functional nerves properties that may explain in part the observed grade shift of T_c . Interestingly, the use of ΔT as a marker of heterogeneity could be useful to better understand the fundamental anatomical and functional changes during evolution of species ⁴. Evolution of species increased ΔT from poikilotherm (ΔT : 11.50K) to homeotherms (ΔT : 38.00K); showing an increase of complexity of nerves allowing them to work as a high temperature superconductor. Interestingly, Evolution of species increased T_c from poikilotherm to homeotherms, showing an increase or decrease of MF explaining in part the impacts of magnetic field in their shape, size and complexity. Moreover, histological studies demonstrated a significant increase of Schwann cells during evolution as shown in figures 5 (a, b, c, d) and figure 6; indicating a correlation between myelin sheaths amount and the improvement of electrical properties of nerves at low temperatures in different studied species.

Interestingly, our data demonstrate that the distance between Schwann cells is shorter in homeotherms compared to poikilotherms; which indicate that the folding angle of myelin sheaths is considered as evolutive index this propose the correlation to ErMF fluctuation. All results in agreement with our model of Schwann cells disposition in figure 11, indicating

that the distance in poikilotherm X, Y (between Schwann cells) is more important compared to homeotherm. The higher values of X, Y parameters in poikilotherm could be explained by a few amounts of myelin sheaths and low myelin folding compared to homeotherm. In fact, the speed of propagation for mammalian motor neurons is from 10 to 120 meters/sec, while for non-myelinated sensory neurons it is from 5 to 25 meters/sec^{16,17}. mechanism of superconductivity and the saltation over the myelin sheathed. Moreover, the gradient shift of superconductor-like behaviour in the nervous system

from poikilotherms to homeotherms is correlated with the degree of myelination³. The calculation of the ratio ΔT endotherm/ ΔT poikilotherm gives a value of 3.30 probably related to the most important three steps in species adaptation and metabolism regulation so $3.3/3 = 1.1$ (poikilotherm (1.1), hibernant (1.1), and homeotherm (1.1) probably related to EMF fluctuation during animal evolution. Future studies are needed to completely exploit this issue, for example to check other time series at longer timescales and other towns (Baba ahmed et al, 2019).

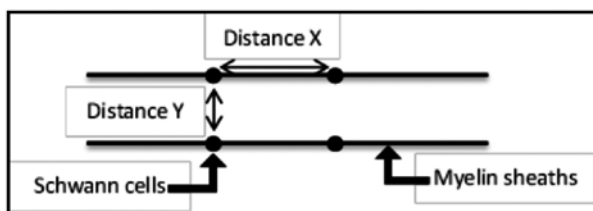


Figure 11: The model of Schwann cells disposition.

CONCLUSION

The present finding has indicated for the first time, that low temperatures induced a decrease in nerve resistivity within the four studied species, showing a superconductor-like behaviour. Data showed clearly a grade shift in T_c and EMF from poikilotherm to homeotherm; indicating adaptive nerves changes by T_a and EMF during evolution confirmed by the increase of myelin sheaths which were correlated to Schwann cells number.

CONFLICT OF INTEREST:

The authors declare no competing financial interests.

ACKNOWLEDGEMENT

the authors are grateful to Bechir AZIB for the technical assistance, providing reagents and equipment.

REFERENCES

- 1- H. Abdelmelek, J.M.Cottet-Emard, JM Pequignot and H.Barré (2000). Changes with age in spinal cord monoaminergic system responses to cold acclimatization. *J. Neural. Transm.*, **107**, 1175-1185.
- 2- H. Abdelmelek, S.Chater and M.Sakly (2001). Acute exposure to magnetic field depresses shivering thermogenesis in rat. *J. Biomedizinische Technik/Biomedical Engineering.*, **46**, 164-166.
- 3- H. Abdelmelek, A.M'Chirgui, M.Ben Salem and M.Sakly (2003). Impact of evolution on the electrical properties of sciatic nerves : Superconductivity-like. *Physical and Chemical News* (in press).
- 4- H. Abdelmelek, J.M. Cottet-Emard, J.M. Pequignot and H. Barré (2003). Sciatic nerve monoaminergic system responses to cold acclimatization in Muscovy duckling. *J. Neural. Transm.*, **110**, 1359-67.
- 5- R.L.Adam and Friede (1988). The number of frog sciatic axons increases continually during body growth *Anatomy and Embryology.*, **178**, 537-541.
- 6- H. Trabelsi, I. Azzouz, S. Ferchichi, O. Tebourbi, M. Sakly and H. Abdelmelek (2013). Nanotoxicological evaluation of oxidative responses in rat nephrocytes induced by cadmium. *Int. J. Nanomedicine.*, **8**, 3447-53.

- 7- **E. Stålberg and H. Erdem** (2000). Nerve conductive studies. *NorolBil D*, **17**, issue 2.
- 8- **S. Ahmed, S. Malik, M.A. Azeem and S. Noushad** (2012). Sciatic nerve conduction velocity and locomotory patterns in frog, uromastix and rabbit. *The Journal of Animal and Plant Sciences.*, **22**,878-883.
- 9- **K.Y.H. Lagerspetz** (1967). Talo A Temperature acclimation of the functional parameters of the giant nerve fibers in Lumbricusterrestris: I. Conduction velocity and the duration of the rising and falling phase of action potential. *J. Exp. Biol.*, **47**, 471-480
- 10- **J. H. Schön and B. Batlogg** (2000). Superconductivity in molecular crystals induced by charge injection. *Nature.*, **406**, 702-704.
- 11- **A. Talo and K.Y.H. Lagerspetz** (1967). Temperature acclimation of the functional parameters of the giant nerve fibers in Lumbricusterrestris: II. The refractory period. *J. Exp. Biol.*, **47**, 481-484.
- 12- **R.A. Barton and P.H. Harvey** (2000). Mosaic evolution of brain structure in mammals. *Nature.*, **405**, 1055-1058.
- 13- **S.G.Waxman** (2000). Conduction in myelinated, unmyelinated, and demyelinated fibers. *Arch. Neurol.*, **34**, 385-9.
- 14- **H. Abdelmelek, A. El-May Ben Hamouda, M. Ben Salem, J.M. Pequignot and M. Sakly** (2003). Electrical conduction through nerve and DNA. *Chinese Journal of Physiology*, **46**, 1-8.
- 15- **J. Mbainabeye, B.B. Ezzedine, B.S. Mohamed, S. Moshen and H. Abdelmelek** (2012). Analysis and Characterization of the Electrical Conductivity Behavior of the Sciatic Nerve using Wavelet Transform and Signal Processing. *International. Journal of Electronics Communication and Computer Engineering.*, **4**, 2278-4209.
- 16- **A. Hanini, A. Schmitt, K. Kacem, F. Chau, S. Ammar and J. Gavard** (2011). Evaluation of iron oxide nanoparticle biocompatibility. *Int. J. Nanomedicine.*, **6**, 787-94.
- 17- **A.Y. Kasumo, M. Kociak, S. Guéron, B. Revlet, V.T. Volkov, D.V. Klinov and H.Bouchiat** (2001). Proximity-induced superconductivity in DNA. *Science.*, **291**, 280-282.
- 18- **P.M. Martin, C. Cifuentes-Diaz, M. Garcia, L. Goutebroze and J.A. Girault** (2008). Axon and Schwann cells... so far away, so close. *J. Neurol.*, **164**, 1057-62.
- 19- **R.K. Kenneth** (1996). Membrane potential and action potential in electricity. In, *College Physics for Students of Biology and Chemistry*.