

**Zeitschrift:** Bulletin der Schweizerischen Akademie der Medizinischen Wissenschaften = Bulletin de l'Académie suisse des sciences médicales = Bollettino dell' Accademia svizzera delle scienze mediche

**Herausgeber:** Schweizerische Akademie der Medizinischen Wissenschaften

**Band:** 1 (1944-1945)

**Heft:** 3

**Artikel:** Vérification de la loi de projection des potentiels électriques du cœur à la surface du corps humain

**Autor:** Sulzer, R. / Duchosal, P.W.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-306730>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Clinique médicale universitaire de Genève. Dir. Prof. Dr. *M. Roch*

## Vérification de la loi de projection des potentiels électriques du cœur à la surface du corps humain

Par *R. Sulzer* et *P. W. Duchosal*

*Einthoven, Fahr* et *de Waart* en proposant leur schéma du triangle équilatéral entendaient avant tout introduire un moyen de calcul destiné à l'appréciation des potentiels électriques réels du cœur total. La source du courant y est représentée sous forme d'une flèche ou dipôle électrique qui est en fait, une résultante des potentiels instantanés du myocarde tout entier. D'après ces auteurs le dipôle électrique influence les trois dérivations de manière proportionnelle à sa projection géométrique sur les trois côtés du triangle, — supposition dont l'exactitude est aisément démontrable en physique mathématique. Mais transposée à la physiologie humaine l'assertion soulève d'emblée de sérieuses objections. Elle n'a jamais donné lieu à une étude critique approfondie bien que, depuis *Einthoven*, l'idée de sa validité soit presque universellement admise.

Or, ce côté purement physique du problème revêt une importance nouvelle aujourd'hui. L'analyse toujours plus poussée des électrocardiogrammes, l'évaluation des déviations axiales par la technique moderne de l'Electrocardiovectographie, l'étude électrique des localisations cardiaques, — sont autant de sujets à l'ordre du jour qui ne sauraient se passer encore longtemps d'une connaissance précise du mode de propagation des courants cardiaques dans le corps humain.

La vérification de la loi de projection peut s'effectuer de différentes manières: soit par exemple en comparant des courbes obtenues de plusieurs dérivations parallèles, ou encore par la confrontation de Plano-grammes (vectogrammes) plan-parallèles. Mais le dipôle cardiaque étant une conception de l'espace, rien ne peut donner une meilleure idée de son influence à distance que la comparaison de plusieurs *Electrocardio-*

*stéréogrammes* construits à partir de divers systèmes de dérivations dont chacun comprend trois axes selon les dimensions de l'espace.

Partant de cette idée, admettons un instant que le corps humain est une masse homogène étendue; disposons dans cette masse huit électrodes selon les angles d'un cube, au centre duquel le petit dipôle cardiaque effectue sa rotation vectorielle. En utilisant trois des arêtes du cube qui se rejoignent dans un angle, nous avons le choix entre huit systèmes de dérivations parallèles qui permettent d'édifier huit Electrocardiostéréogrammes distincts. En vertu de la loi de projection ces huit modèles doivent être identiques, à la condition toutefois que le milieu à travers lequel se propage le courant soit homogène. Par contre si ce milieu présente des variations de conductibilité les modèles seront dissemblables.

Transposant ce raisonnement à l'homme nous avons défini dans le corps le plus grand parallélépipède possible en ayant soin que les huit angles soient à une distance sensiblement égale du centre du cœur (fig. 1). Les trois dérivations de chaque système angulaire servent de base à l'enregistrement de deux Planogrammes au moyen desquels sont édifiés ensuite des Stéréogrammes. La confrontation des huit modèles ainsi construits permet l'analyse critique la plus complète que l'on puisse concevoir de la loi de projection.

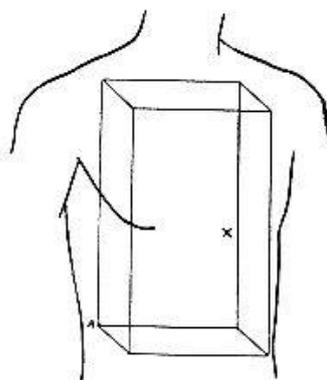


Fig. 1. Parallélépipède idéal construit dans le tronc et dont les différentes arêtes représentent les dérivations servant à l'édification des huit Stéréogrammes. La croix montre l'emplacement du centre des ventricules; en A, l'angle choisi pour l'Electrocardiostéréographie clinique.

Deux sujets normaux et un cas de cardiopathie ont été étudiés selon ce principe. Tous concordent à faire apparaître la ressemblance étroite des Stéréogrammes d'un même sujet. Les quelques différences qui y sont visibles concernent avant tout l'amplitude relative des figures. En d'autres termes, les échelles varient d'un Stéréogramme à l'autre ou d'une dimension à l'autre. Mais toutes proportions gardées, la forme des figures, jusque dans ses petits détails, se répète avec une étonnante constance. Les divergences d'échelle dans les trois dimensions sont dues

en partie à la situation quelque peu excentrique du cœur dans le parallépipède formé par les dériviatives. Il est bon de rappeler que tous les enregistrements d'un même sujet ont été étalonnés à la même sensibilité. Il serait donc facile de corriger les divergences d'échelle par l'adaptation de l'amplification électrique, ou au moyen de réductions optiques. Ainsi qu'il a été vérifié dans l'un de nos cas, ce procédé conduirait à l'édification de huit Stéréogrammes presque identiques.

Ces recherches nous autorisent à conclure que la loi de projection proposée par *Einthoven, Fahr et de Waart* est applicable à l'homme – fait étonnant si l'on considère les limites irrégulières du corps humain, l'excentricité du cœur et la non-homogénéité conductrice des tissus. Cette constatation, toutefois, n'a de valeur qu'à condition que les points de dérivation soient choisis à distance égale du centre du cœur et aussi loin que possible de lui.

Bien que les divergences d'échelle signalées précédemment ne mettent pas en cause la loi de projection, elles ont leur importance en cardiographie car elles posent le problème du choix des meilleures dériviatives en vue de la construction du trajet vectoriel dans chaque cas. Lequel des huit systèmes de dériviatives proposés ci-dessus reproduit les potentiels électriques selon les trois axes dans leurs proportions réelles? Après de nombreuses mesures il nous est apparu qu'un point situé à la partie inférieure droite du dos (A fig. 1), au niveau de la deuxième vertèbre lombaire est l'emplacement le mieux choisi, à partir duquel trois dériviatives – une verticale, une sagittale et une transversale – pouvaient rendre compte avec une bonne exactitude de la projection également proportionnelle du dipôle électrique cardiaque et de ses variations, à la surface du corps. Nous avons adopté définitivement ce mode de dérivation pour nos enregistrements cliniques.

(Recherches soutenues depuis 1943 par l'Académie suisse des Sciences médicales.)

### Résumé

La forme irrégulière du corps et l'inégalité conductrice du tissu rendent improbable à première vue l'application rigoureuse de la loi de projection d'Einthoven. Pour vérifier dans quelle mesure on peut accepter cette loi les auteurs effectuent 12 dériviatives thoraciques, parallèles quatre à quatre, selon les arêtes d'un parallépipède au centre duquel se trouve le cœur. A chacun des 8 angles du dit parallépipède se réunissent trois arêtes qui constituent un système de dérivation selon les 3 dimensions de l'espace. Au moyen de ces trois coordonnées les auteurs construisent d'après leur méthode un Electrocardiostéréogramme. La com-

paraison des 8 Electrocardiostéréogrammes ainsi édifiés donne mieux que tout autre procédé la réponse à la question posée sur la validité de la loi de projection. Il ressort des faits, d'après trois cas ainsi étudiés, que la loi se vérifie avec une étonnante exactitude lorsque les points de dérivation sont choisis à distance égale du centre du coeur et aussi loin que possible de lui.

### *Zusammenfassung*

Die unregelmäßige Form des menschlichen Körpers und die unterschiedliche Leitfähigkeit der Gewebe lassen auf den ersten Blick eine strenge Anwendung des Gesetzes der Einthovenschen Projektion als nicht angezeigt erachten. Zum Nachweis, wie weit die Anwendung dieses Gesetzes gerechtfertigt ist, legten die Verfasser zwölf thorakale Ableitungen, je vier und vier parallel in den Kanten eines Parallelepipedes, in dessen Mitte sich das Herz befindet. In jeder Ecke des Parallelepipedes stoßen drei Kanten zusammen, welche ein Ableitungssystem gemäß der Dreidimensionalität des Raumes bilden. Mit Hilfe dieser drei Koordinaten konstruieren Verfasser nach eigener Methode ein Elektrokardiostereogramm. Der Vergleich von acht auf diese Weise erhaltenen Elektrokardiostereogrammen gibt besser als jedes andere Verfahren Aufschluß über die Frage der Brauchbarkeit des Gesetzes der Einthovenschen Projektion. Bei Erfüllung der Bedingungen, daß die Ableitungsstellen in gleicher Distanz und so weit entfernt als möglich vom Herzzentrum gewählt werden, ließ sich die Gesetzmäßigkeit mit einer erstaunlichen Genauigkeit bestätigen, wie dies an drei Fällen bewiesen werden konnte.

### *Riassunto*

La forma irregolare del corpo umano e la diversità della capacità di conduzione dei tessuti sembrano a prima vista rendere improbabile l'applicazione rigorosa della legge di proiezione di Einthoven. Per verificare in qual misura questa legge sia accettabile, gli autori hanno effettuato 12 derivazioni toraciche disposte parallelamente quattro a quattro secondo gli spigoli di un parallelepipedo al cui centro si trovi il cuore. In ciascuno degli 8 angoli di questo parallelepipedo si incontrano tre spigoli che costituiscono un sistema di derivazioni secondo le tre dimensioni dello spazio. Coll'aiuto di queste tre coordinate gli autori costruiscono secondo il loro metodo un'elettrokardiostereogramma. Comparando tra di loro gli 8 elettrokardiostereogrammi così costruiti, si può ottenere meglio che con qualunque altro metodo, la risposta al quesito sulla validità della legge di proiezione. La conferma della legge risulta con esat-

tezza sorprendente dai fatti ottenuti collo studio di tre casi così esaminati, a condizione che i punti scelti per le derivazioni siano a distanza uguale dal cuore ed il massimo possibile lontani da esso.

### *Summary*

The irregular shape of the body and the inequality of tissue conductivity render improbable, at first sight, the rigorous application of Einthoven's law of projection. To verify to what extent this law can be accepted, the authors effected 12 thoracic derivations, parallel four to four, like the sides of a parallelepiped in the centre of which is the heart. At each of the 8 angles of the parallelepiped 3 sides meet which constitute a system of derivation according to the 3 dimensions of space. By means of these 3 co-ordinates the authors construct, according to their method, an electrocardiostereogramme. The comparison of the 8 electrocardiostereogrammes thus obtained gives a better answer than any other procedure to the question concerning the validity of the law of projection. The facts show that, after the study of 3 cases thus treated, the law is verified with extraordinary exactitude when the points of derivation are chosen at equal distance from the centre of the heart and as far as possible from it.