

# Les troubles de l'équilibration

## *Balance disorders*

**C. Van Nechel**

Unité de Neuro-Ophtalmologie, Hôpital Erasme - Unité Troubles de l'Équilibre et Vertiges,  
C.H.U. Brugmann, ULB

### RESUME

*Les troubles de l'équilibration trouvent leurs origines dans une défaillance des modalités sensorielles de la perception de soi dans l'espace : vestibulaire, somesthésique ou visuelle, d'un déficit de l'intégration neuronale de celles-ci, dans une perte d'efficacité du système moteur ou loco-moteur, ou en raison d'une interférence de facteurs médicamenteux ou psychiques. L'examen de base du patient instable cherchera à évaluer ces différents axes. L'équilibration n'est pas une combinaison de réflexes. Elle est un aspect particulier d'un sixième sens : le sens de l'orientation dans l'espace. Pour tout être mobile, tourner en rond est sans utilité pour trouver des ressources nutritives et échapper aux prédateurs. L'orientation dans l'espace est donc une fonction primitive, inconsciente et souvent vitale, ce qui explique sa relation étroite avec le système limbique de gestion des émotions. La mobilité a imposé le développement d'un sens de l'orientation puis une mémoire spatiale qui a évolué vers la mémoire épisodique, fondement de notre pensée.*

*Rev Med Brux 2017 ; 38 : 247-53*

### ABSTRACT

*Balance disorders may result from an impairment of one of the sensorial modalities involved in the perception of the self-location in space: vestibular, proprioception and vision, a deficit of the neuronal multisensorial integration, a less effective motor or loco-motor system, the medication side effects or psychological interferences. The basic examination of a dizzy patient implies the assessment of these different aspects. The balance is not restricted to a set of reflexes. It is a distinctive expression of the sixth sense : the sense of orientation. For every moving being, to go around in circles is ineffective to find new sources of food or avoid a predator. So, the ability of self-orientation in space is a primitive, unconscious function, critical to stay alive and closely related to the limbic system. The experience of the mobility, that required the spatial memory, which evolved towards the episodic memory, could be considered as the foundation of our thought.*

*Rev Med Brux 2017 ; 38 : 247-53*

*Key words : balance disorders, dizziness, gait, vestibular, vertigo, falls*

### INTRODUCTION

L'équilibration est un aspect particulier d'un sixième sens : le sens de l'orientation.

Le système d'équilibration n'est plus aujourd'hui considéré comme une association de réflexes inhibés ou facilités par des centres supérieurs. Les modèles actuels de type " *top-down* " considèrent que les ajustements moteurs pour conserver une position d'équilibre sont d'abord conçus dans une représentation mentale de l'espace et du corps dans celui-ci. Maintenir la position d'équilibre implique que la projection du centre de gravité reste dans la base sustentation. Ceci requiert une connaissance exacte

de l'axe gravitaire et du schéma corporel. Il faut être droit dans sa tête pour être droit dans l'espace.

L'équilibration est l'orientation de son corps dans l'espace compte tenu des forces que nous subissons. L'accélération gravitaire est la force la plus constante à laquelle viennent s'ajouter d'autres vecteurs de force tels que les accélérations ou décélérations liées aux déplacements. La fonction d'équilibration est apparue avec le passage à la vie terrestre, mais le sens de l'orientation apparaît dans le monde aquatique où les termes de " position d'équilibre " n'ont pas de sens, dans tous les sens de ce terme. C'est il y a plus de 2 milliards d'années qu'apparaissait la mobilité chez des unicellulaires. Tourner en rond va rapidement

épuiser les ressources nutritives locales, et l'oxygène, nécessaire au métabolisme de ces êtres unicellulaires mobiles, est plus concentré à la surface de l'eau. La sélection naturelle va donc rapidement favoriser une mobilité associée à une maîtrise de la direction. La capacité d'identifier l'axe gravitaire, la gravitaxie, et de l'utiliser comme référence pour finaliser la mobilité constitua un avantage évolutif certain. Il y a plus de 2 milliards d'années apparaît chez des protozoaires ciliés une ébauche de système vestibulaire otolithique constituée d'une vésicule incluant une petite masse de sulfate de baryum sédimentant avec la pesanteur. Il en a été de même dans le monde végétal. Des organites comportant des grains d'amidon permettent aux cellules des racines de croître vers le bas et celles des branches vers le haut. Déjà dans ce monde très primitif, le sens de l'orientation est déterminant pour la survie. Ce caractère vital, primitif, inconscient de ce sens de l'orientation explique pourquoi les symptômes liés à son altération sont multiples, indicibles et générateurs d'anxiété. Il continuera à se développer dans le monde aquatique pour aboutir chez les poissons osseux, qui se déplacent rapidement dans les 3 plans de l'espace, à un capteur vestibulaire très similaire aux capteurs humains.

Ce sens de l'orientation est un prérequis à l'utilisation de la vision. Voir un objet sans pouvoir le situer dans l'espace n'a aucune utilité. Pour prendre un objet sous le contrôle de la vision il faut connaître sa position dans l'espace, c'est-à-dire la direction du regard lorsqu'il est vu. Connaître la direction du regard c'est connaître la position des yeux dans l'orbite et de la tête dans l'espace. Cette position de la tête dans l'espace implique la connaissance du référentiel gravitaire fourni principalement par les capteurs de l'oreille interne. Dès l'apparition d'une ébauche d'un œil chez les cnidaires (méduses), il y a 650 millions d'années, la direction de l'axe visuel est contrôlée.

Pour accroître son efficacité, l'évolution va favoriser le développement d'une mémoire topographique<sup>2</sup>. Celle-ci va permettre de retrouver des sources de nourriture, les lieux de repos, de reproduction qui ne sont plus directement dans le champ de la vision ou de l'olfaction. C'est l'expérience de la mobilité qui est à l'origine de l'émergence de la mémoire topographique, puis de la mémoire épisodique et finalement de l'émergence de la pensée.

Cette présentation portera essentiellement sur les troubles de l'équilibration d'origine neurologique et neuro-otologique. Les aspects locomoteurs, nutritionnels et surtout les interférences médicamenteuses n'en sont pas moins des éléments importants à évaluer dans la prise en charge des troubles de l'équilibration.

## **PHYSIOPATHOLOGIE SEMIOLOGIE DES TROUBLES DE L'EQUILIBRATION**

### **Contribution vestibulaire**

Le labyrinthe postérieur comporte deux types de

capteurs : les canaux semi-circulaires sensibles aux rotations de la tête dans les trois plans de l'espace et les capteurs otolithiques, utricule dans le plan horizontal et saccule dans le plan vertical, plus spécifiquement activés par les accélérations linéaires dont l'accélération terrestre. Ces deux types de capteurs sont toutefois complémentaires dans l'analyse de tous les mouvements. Le centre de rotation de la tête n'étant pas aligné avec le centre du labyrinthe postérieur, tout mouvement de rotation de la tête induit une translation de ce dernier et donc une stimulation otolithique complémentaire à la stimulation des canaux semi-circulaires. De même, le système otolithique ne peut seul, faire la différence entre un mouvement de translation et d'inclinaison de la tête. Nous avons vu dans l'introduction que la vocation première du système vestibulaire est de fournir un sens de l'orientation. Ce sens de l'orientation n'est pas seulement de retrouver la sortie dans une grande surface, il commence par une estimation correcte de la position de son corps par rapport à la verticale gravitaire. Cette orientation correcte du corps est vitale pour la plupart des êtres vivants. Elle n'a d'abord été qu'une gravitaxie (voir introduction) puis s'est enrichie de l'apport d'autres modalités sensorielles telles que la somesthésie et la vision. Chez l'homme, ce sens de l'orientation permet de construire une représentation mentale fiable de l'espace<sup>3</sup>. Cette représentation est largement d'origine visuelle. De façon similaire à un puzzle, il faut que chaque élément vu soit localisé correctement dans cette représentation mentale de l'espace. Il est donc nécessaire de connaître la direction du regard lorsque cet élément est vu c'est-à-dire la position des yeux dans l'orbite et la position de la tête dans l'espace principalement définie par le système vestibulaire, particulièrement pour les mouvements passifs. C'est dans cette représentation mentale fiable de l'espace que pourront être élaborées les commandes motrices nécessaires au maintien de la posture, à la définition d'un trajet de navigation et plus généralement de toute action motrice. La stabilité de cette représentation mentale de l'espace et son orientation correcte par rapport à la verticale gravitaire sont deux prérequis à une équilibration efficace. Les vertiges sont, par définition, des illusions de mouvement du corps dans l'espace ou, ce qui revient au même, de celui-ci par rapport au corps. Les symptômes " vertiges " sont l'expression directe d'une instabilité de cette représentation mentale de l'espace. Ainsi, si j'incline ma tête de 20° vers la gauche, l'image de mon environnement tourne sur ma rétine de 20° dans le sens horaire. D'un point de vue purement visuel ceci est une situation strictement équivalente à la bascule de 20° dans le sens horaire de l'environnement. L'absence de perception de bascule de l'environnement résulte à 80 % d'une information correcte de l'inclinaison de la tête qui va permettre aux aires visuelles corticales de " redresser " l'image. Les 20 % restant exploitent les références verticales et horizontales du contenu de l'image. Lors de mouvements passifs d'inclinaison, comme dans les moyens de transport, ces informations sensorielles sont seules aptes à définir l'inclinaison de la tête. Si

l'inclinaison de la tête n'est pas perçue correctement, par exemple de seulement 15° pour une inclinaison réelle de 20°, l'image projetée sur notre rétine, qui a subi une rotation de 20° ne sera redressée que de 15°, ce qui laissera une illusion de bascule de la représentation mentale de l'environnement (un vertige) de 5<sup>o</sup>. Les vertiges ne sont en rien la conséquence des mouvements oculaires anormaux que sont les nystagmus. Si les vertiges rotatoires étaient liés au glissement de l'image de l'environnement sur la rétine pendant la phase lente d'un nystagmus, il suffirait de fermer les yeux pour les faire disparaître. Or, les vertiges d'origine vestibulaire persistent les yeux fermés.

Si la représentation mentale de l'espace est instable ou inclinée, il sera difficile d'y élaborer des commandes motrices efficaces pour tenir debout ou se déplacer. Des vertiges intenses vont donc induire un trouble de l'équilibration. Par contre, si la stabilité de la représentation mentale n'est que légèrement altérée le sujet pourra néanmoins assurer un contrôle postural satisfaisant. Il pourra donc exister une dissociation entre des plaintes de vertiges et un contrôle postural efficace. Ceci sera particulièrement vrai chez les sujets anxieux, en état d'hypervigilance, très à l'écoute de leurs sensations<sup>5,6</sup>.

Ce rôle de plate-forme inertielle du système vestibulaire implique que très souvent l'instabilité qui résulte de son dysfonctionnement soit accentuée lors de mouvements de tête. Des informations visuelles et somesthésiques vont se substituer aux informations vestibulaires déficientes, ce qui aboutit également à un accroissement de l'instabilité à la fermeture des yeux ou sur un support instable. Ceci participe au fondement des tests cliniques simples des troubles de l'équilibration.

### **Contribution somesthésique**

Si un sujet porteur d'un déficit vestibulaire bilatéral reste apte à se maintenir en équilibre et à se déplacer sur un support stable les yeux ouverts dans un environnement éclairé, le sujet atteint d'un déficit sensitif aux deux membres inférieurs ne pourra tenir debout les yeux fermés, y compris sur un support parfaitement plan et stable. Ceci souligne qu'en l'absence d'apport d'informations visuelles à l'équilibration, les informations vestibulaires ne suffisent pas. La somesthésie est indispensable. Son rôle est essentiel dans la régulation des tensions musculaires nécessaires au maintien d'une posture mais la proprioception participe aussi directement à l'orientation correcte de la représentation mentale de l'espace<sup>7</sup>. Ainsi une vibration appliquée sur un muscle sterno-cléido-mastoïdien fournit une information proprioceptive similaire à celle que donne une rotation ipsilatérale de la tête. Bien qu'il n'y ait pas de réelle rotation de la tête, une cible visuelle située face au sujet sera placée latéralement, du côté de la vibration, dans la construction mentale de l'espace puisque le cerveau a l'illusion que la tête, et donc le regard, a été déviée de

ce côté. Des expériences similaires montrent que la notion du " droit devant " est aussi déviée par des vibrations des muscles para-spinaux. La position de la tête par rapport au corps dépend en effet des mouvements de rotation ou d'inclinaison de tout l'axe vertébral. De façon similaire à cette notion de " droit devant " dans le plan frontal, la proprioception contribue à définir la notion de verticale et particulièrement la verticale posturale, c'est-à-dire l'alignement du corps par rapport à la verticale gravitaire.

Deux de nos trois capteurs sensoriels de l'équilibration, à savoir les capteurs vestibulaires et visuels, sont dans la tête. L'équilibration cherchant à stabiliser tout le corps et pas seulement la tête, il est indispensable de connaître la position de la tête relative au corps pour élaborer une orientation correcte du corps dans l'espace. Ainsi, debout dans un bus qui freine, l'orientation du vecteur de décélération capté par l'utricule de l'oreille interne ou la modification de flux optiques induits par la décélération ne seront pas les mêmes si la tête est dans l'axe de déplacement du bus ou tourné de côté. La réaction posturale pour éviter une chute sera néanmoins la même dans les deux situations. Il y a donc une nécessité de " ré-orienter " les informations d'orientation fournies par les capteurs vestibulaires et visuels en fonction de la position de la tête par rapport au corps. La connaissance de cette position relative est largement fournie par les très nombreux fuseaux neuromusculaires des muscles du cou. C'est assez récemment que les noyaux fastigiaux du cervelet ont été identifiés comme support neuronal de cette réorientation des informations vestibulaires par la proprioception cervicale pour définir la position et le mouvement du corps, et pas seulement de la tête, dans l'espace<sup>8</sup>. Ceci permet de comprendre pourquoi la région anatomique bordant le quatrième ventricule où cheminent les connexions entre les noyaux vestibulaires et cérébelleux est la localisation préférentielle des lésions responsables de vertiges positionnels neurologiques.

Les capteurs de pression cutanée, particulièrement au niveau plantaire, sont aussi déterminants.

### **Contribution visuelle**

Bien qu'il soit parfaitement possible pour un sujet sain de maintenir une position d'équilibre et de se déplacer les yeux fermés, la vision peut perturber l'équilibration y compris en l'absence de tout dysfonctionnement vestibulaire ou somesthésique. Le rôle de la vision devient tout à fait déterminant en cas de pathologie d'un de ces deux autres systèmes sensoriels<sup>9</sup>.

Deux aspects de la vision contribuent à l'équilibration : le contenu de l'image vue et son déplacement.

L'analyse de photographies montre que quel que soit notre environnement visuel habituel, il contient une dominance de directions verticales ou horizontales.

Nous avons donc appris à considérer que ces directions dominantes du contenu de nos champs visuels sont des références orthogonales fiables qui peuvent être exploitées pour notre équilibration. Nous avons particulièrement appris que les châssis de fenêtres, les chambranles de portes, l'intersection de deux murs sont de telles références fiables. Ceci est exploité dans certains parcs d'attractions qui construisent des environnements au sein desquels ces références verticales habituelles sont inclinées. Ces environnements induisent un inconfort et une sensation d'instabilité avec risque de chute y compris chez les sujets sains qui ont des systèmes proprioceptif et vestibulaire parfaitement fonctionnels. Cette capacité d'analyse du contenu de l'information visuelle est très précoce, déjà présente chez le chaton de quelques jours et l'enfant qui marche à 4 pattes. Elle contribue à analyser le relief du sol, la possibilité de s'y mouvoir, déterminante pour la fuite et la prédation.

Il est possible de quantifier son degré d'instabilité sur base du mouvement perçu d'un objet fixe dans l'espace. Si l'image d'un interrupteur fixe au mur glisse sur la rétine, ou si des mouvements de poursuite oculaire doivent être réalisés pour stabiliser son image, il est très vraisemblable que ceci résulte de mouvements de la tête. Il est donc possible sur cette base, d'estimer et contrôler sa stabilité. Il semble que ce soit davantage le mouvement des yeux à réaliser, plus que le glissement l'image sur la rétine, qui soit exploitée. Cette stratégie visuelle d'équilibration est tout à fait efficace lorsqu'elle utilise des cibles visuelles proches et fixes. Elle perd son efficacité pour des cibles lointaines, ce qui est un élément contribuant à la sensation de vertige du vide, l'acrophobie. Certains sujets, particulièrement lorsqu'une des deux autres modalités sensorielles de l'équilibration est déficitaire, utilisent cette stratégie visuelle en toutes circonstances. Ils seront particulièrement mis en difficulté lorsque leur environnement est largement occupé par des objets mobiles tels que lors de déplacements dans la foule, en présence d'images mobiles sur écran, face au défilement du décor dans les allées de grandes surfaces ou dans les moyens de transport<sup>10</sup>. La répétition de cet inconfort dans ces environnements aboutit à une augmentation de l'anxiété, parfois à des crises de paniques, et joue un rôle déterminant dans la genèse de l'agoraphobie. C'est le mécanisme sous-jacent au " syndrome de l'autoroute " qui, compte tenu de la vitesse est très angoissant. Nous connaissons tous l'illusion de déplacement du train dans lequel nous sommes assis bien qu'il soit immobile lorsque le train voisin se déplace. L'analyse du flux optique dans notre vision périphérique est un facteur déterminant de notre perception de stabilité et de déplacement. Lors de la marche dans l'axe d'un couloir, les murs gauche et droit défilent à la même vitesse. Un changement de direction vers la droite dans ce couloir induit un défilement plus rapide du mur gauche que du droit. Une telle asymétrie des flux optiques signifie donc, si je fonde l'estimation de ma trajectoire uniquement sur une base visuelle, une déviation de ma trajectoire. Cette asymétrie de flux est similaire à celle qui est présente

lors de dépassement de poids-lourds sur l'autoroute. Le flux optique défile plus rapidement à gauche qu'à droite ce qui peut donner la sensation d'un rapprochement du poids-lourd. Il en résulte une incertitude sur la trajectoire et très rapidement le développement d'anxiété et de panique. Cette dépendance visuelle excessive de l'équilibration et de l'estimation de la trajectoire font l'objet de rééducations efficaces.

### **Intégration multisensorielle et cognitive**

Le poids de chacune des informations sensorielles vestibulaire, visuelle et somesthésique varie d'une personne à l'autre et en fonction des environnements. Si la proprioception suffit à tenir debout sur un support plan et stable les yeux ouverts, il est très difficile de maintenir son équilibre sans l'apport d'une information vestibulaire sur un sol irrégulier dans l'obscurité. L'intégration de signaux multisensoriels est déjà présente au niveau des noyaux vestibulaires. La stabilisation de regard par les réflexes vestibulo-oculaires ne peut se faire sans une calibration permanente des réflexes par la vision. Nous avons déjà vu que l'alignement du corps sur la verticale gravitaire impose la contribution de la proprioception<sup>7</sup>. C'est donc la confluence de ces informations multisensorielles qui élabore une représentation mentale de l'espace au sein de laquelle pourront être élaborées les commandes motrices d'équilibration. De très nombreuses zones corticales et sous-corticales y contribuent. Des zones corticales différentes traitent les éléments de cette représentation mentale en fonction du codage de leur nature sous forme catégorielle ou d'images, de leur localisation, de la conservation de ce contenu à court ou à long terme<sup>11</sup>.

Les maux de transports, dénommés cinétoses, surviennent lorsque les informations sensorielles sont discordantes. Le mal de mer est la conséquence d'informations vestibulaires reflétant le mouvement du corps par rapport à l'axe gravitaire, différentes des informations visuelles qui mesurent des mouvements moins amples dans la mesure où le décor se déplace de façon similaire au sujet.

Une part importante de nos ajustements posturaux d'équilibration est faite d'anticipations. Nous avons tous l'expérience d'une fugace sensation d'instabilité lorsque nous mettons le pied sur un escalator qui ne démarre pas. Nous avons appris que lorsque nous posons un pied sur un escalator en marche, nous sommes projetés vers l'arrière et nous avons donc développé une réaction d'anticipation de déplacement de notre sens de gravité vers l'avant avant d'y poser le pied. Il en va de même lors de simples mouvements d'élévation d'un membre qui déplace notre centre de gravité.

La part de la cognition est importante dans le contrôle de l'équilibration. Nous avons déjà envisagé la sélection de références visuelles fiables comme outil de définition de la verticale gravitaire, l'apprentissage

de réactions d'anticipation, mais les aspects émotionnels sont également déterminants. Le caractère primitif, vital et pré-conscient du sens de l'orientation brièvement abordé dans l'introduction explique le caractère très anxiogène de ses altérations. La peur de perdre l'équilibre peut générer des crises de panique et inversement les sensations d'instabilité sont présentes dans 70 % des manifestations d'anxiété. Au-delà de l'explication ontologique, cette relation étroite entre équilibration et émotion a un support neuro-physiologique. Les noyaux vestibulaires sont en connexions directes avec le système limbique<sup>12</sup>. La peur de chuter accentue significativement, par la sédentarisation et la rigidification qu'elle entraîne, le risque de chute. Aider les patients à connaître les vraies limites de leur capacité d'équilibration sans les sous-estimer ou les surestimer améliore leur confiance, diminue leur anxiété et augmente souvent leur mobilité. C'est un élément essentiel dans la prise en charge thérapeutique des troubles de l'équilibration.

### Le contrôle moteur

Il est particulièrement utile dans l'anamnèse d'un sujet présentant des troubles de l'équilibre de s'informer de la présence d'une dégradation des mouvements fins aux membres supérieurs. L'ajustement précis des tensions des multiples groupes musculaires intervenant dans l'équilibration est assuré par le cervelet. Il permet la réalisation de mouvement d'amplitude déterminée par une activité séquentielle entre muscles agonistes et antagonistes. La perte de cet ajustement aboutit à des mouvements dysmétriques, trop petits ou trop grands, très caractéristiques des sujets souffrant d'un syndrome cérébelleux. C'est la dégradation des mouvements fins aux membres supérieurs avec apparition de difficultés pour l'écriture, le boutonnage ou la manipulation d'un téléphone, et l'ataxie des membres inférieurs avec une marche ébrieuse faite d'enjambées irrégulières. Un test clinique simple, très sensible, permet d'identifier une atteinte cérébelleuse par la dysmétrie des saccades oculaires.

Les syndromes parkinsoniens se caractérisent par la triade rigidité-akinésie-tremblements. Ils affectent directement l'équilibration qui perd son aspect dynamique. Un mannequin en plastique rigide dans un magasin de vêtements est parfaitement stable tant qu'il ne s'écarte pas de sa position d'équilibre. Si son centre de gravité vient à s'écarter de la base sustentation la chute est irrémédiable. Il en est de même pour un sujet parkinsonien dont la raideur et le retard à développer des mouvements de rééquilibration ne lui permettent pas d'éviter la chute. 80 % des chutes des sujets parkinsoniens résultent du " *freezing* " qui est un blocage soudain de la marche avec piétinement sur place les pieds restant collés au sol. 40 à 70 % des sujets parkinsoniens tombent chaque année et dans 35 % des cas ces chutes sont accompagnées de fractures. Chez le sujet parkinsonien les réponses motrices débutent avec une latence normale mais mettent trop de temps pour recruter une force musculaire suffisante pour assurer une réponse

efficace. À ceci s'ajoute un déplacement du centre de gravité vers l'avant dans la maladie de Parkinson et plus souvent vers l'arrière dans la paralysie supra-nucléaire progressive amenant celui-ci à sortir plus rapidement de la base sustentation. Les chutes surviennent dès les premiers mois d'apparition de la symptomatologie dans la paralysie supra-nucléaire progressive, l'atrophie multi-systémique et la dégénérescence cortico-basale et n'apparaissent qu'après deux ans d'évolution dans la maladie de Parkinson idiopathique et la démence à corps de Lewy. La précocité des chutes peut donc contribuer au diagnostic différentiel de ces affections. Le diagnostic différentiel est déterminant pour la réponse thérapeutique et le pronostic. Le " *freezing* " du sujet parkinsonien semble lié à une sous-activation des aires motrices supplémentaires frontales qui peuvent être jugulées par une activation du cortex préfrontal dorso-latéral par des stimulations visuelles telles que la présence de lignes au sol.

L'atteinte pyramidale des motoneurones supérieurs fragilise l'équilibration en raison d'une base de sustentation plus étroite par hypertonie des adducteurs. La faiblesse des fléchisseurs aboutit à un pied en varus équin augmentant le risque d'achoppement sur les obstacles. L'atteinte des voies pyramidales conduit à une perte du contrôle des mouvements fins indispensables à l'équilibre dynamique et au développement d'hypertonies.

## L'EVALUATION DE L'EQUILIBRATION

### Les tests cliniques simples

Les tests cliniques simples sont très informatifs sur les performances d'équilibration d'un sujet. Ils comportent l'épreuve posturale de Romberg éventuellement sensibilisée par l'association de mouvements de tête, la capacité de rester en station unipodale, bien corrélée avec le risque de chute, le " *push and release test* " qui évalue la capacité à produire des réponses posturales de rééquilibration.

L'examen de la marche standard, en association avec des mouvements de tête, les yeux fermés ou en tandem constitue la base de l'évaluation de la marche d'un patient. La marche en double tâche, par exemple associée à une tâche de comptage ou d'énumération, est altérée, avec arrêt de la marche, dans les atteintes extrapyramidales et les détériorations cognitives.

Si les troubles de l'équilibre sont avérés lors de ces tests posturaux et de marche, l'examen sera poursuivi par une exploration des modalités sensorielles et motrices de l'équilibration.

Un déficit de la proprioception des membres inférieurs sera recherché par le sens position au niveau des orteils et la perception du diapason (pallesthésies) au niveau des chevilles.

Une asymétrie vestibulaire se traduit

habituellement par la présence d'un nystagmus le plus souvent horizontal-rotatoire lors d'un déficit labyrinthique ou purement horizontal ou vertical dans les atteintes vestibulaires centrales. Les nystagmus d'origine vestibulaire ne changent pas de direction en fonction de la position de regard mais peuvent modifier leur amplitude. Le test d'impulsion de la tête (*Head Impulse Test*) est un test clinique simple et performant pour identifier un déficit des réflexes vestibulo-oculaires. Il consiste à induire des petites rotations de faibles amplitudes mais rapides de la tête du sujet tout en lui demandant de maintenir le regard stable sur une cible visuelle. Le déficit des réflexes vestibulo-oculaires ne permet pas de stabiliser le regard sur la cible et induit l'emportement du regard avec le mouvement de la tête suivi d'une saccade de refixation sur la cible.

La vision devient essentielle pour l'équilibration lorsque l'une des deux autres modalités sensorielles est déficiente. La vision périphérique est déterminante et sera évaluée par confrontation.

Le flan moteur de l'équilibration sera évalué par la force segmentaire, les réflexes, la précision des gestes fins et la coordination.

La recherche d'une hypotension orthostatique et d'arythmies cardiaques complètent ce bilan de base.

Certains patients se sentent instables bien que leurs performances d'équilibration aux tests cliniques soient tout à fait normales. Ceci conduit à envisager une hypersensibilité sensorielle (hypervestibulie) fréquemment retrouvée chez les patients migraineux, anxieux ou dépressifs.

### **Echelles cliniques d'évaluation des troubles de l'équilibre**

Les échelles cliniques standardisées validées sont nombreuses. Parmi celles-ci on trouve l'échelle de Tinetti, le "*functional reach test*" qui évalue la limite de stabilité pieds joints, l'échelle de Berg, le test de BEST (*balance evaluation test system*) ou encore l'échelle ABC (*activities balance confidence scale*) qui évalue l'appréhension de chute.

### **Les explorations instrumentales des troubles de l'équilibre**

#### *La posturographie dynamique*

La posturographie dynamique contribue tant au diagnostic qu'à la rééducation des troubles de l'équilibre. Les modèles les plus utilisés font appel à des capteurs de pression qui enregistrent les déplacements du centre de pression des deux pieds. Lorsque le sujet s'équilibre par un travail musculaire au niveau des chevilles, ce centre de pression correspond à la projection de son centre de gravité. Cette relation est perdue lorsque les mouvements d'équilibration se font au niveau des hanches. La posturographie dynamique enregistre la stabilité d'un sujet dans

différentes conditions : les yeux ouverts, les yeux fermés, en présence d'un flux optique, et en association à des mouvements de tête, sur un support stable ou instable. Les mouvements de ce support peuvent être aléatoires, asservis aux déplacements du centre de pression ou calibrés. Dans cette dernière condition il est possible d'évaluer les progrès réalisés par un patient en cours de rééducation. La posturographie dynamique n'est en aucun cas un outil de diagnostic topographique. Elle ne différencie pas efficacement un déficit d'équilibration résultant d'un trouble vestibulaire, sensitif, cérébelleux, parétique ou lié à l'anxiété. Elle permet par contre d'évaluer la capacité d'un sujet à s'équilibrer dans des situations de difficultés croissantes, avec ou sans conflit sensoriel et dans l'état psychique du patient lors de l'enregistrement. Ces différentes situations utilisées en évaluation, peuvent être exploitées pendant la rééducation. La posturographie dynamique est un outil particulièrement utile pour mettre en évidence des discordances entre les plaintes d'un patient qui se sent très instable et des performances d'équilibration satisfaisantes ou non proportionnelles à la difficulté de la tâche d'équilibration. Ces discordances sont des éléments suggestifs de l'interférence d'un facteur psychique.

#### *La verticale visuelle subjective*

Cet outil permet d'évaluer la précision de la notion de verticale dans la représentation mentale que se fait un sujet de l'espace qui l'environne. Pour que cet examen soit principalement le reflet de la direction verticale telle qu'estimée par le système vestibulaire, il faudra le réaliser dans un environnement visuel qui ne contient aucune référence verticale et horizontale (dans l'obscurité ou en restreignant le champ visuel). Les limites normales de la verticale chez 95 % des sujets sains est de  $\pm 2,4^\circ$  autour de la verticale physique gravitaire.

#### *La vidéo-nystagmographie et le Video Head Impulse Test (VHIT)*

La vidéo-nystagmographie est un outil d'évaluation des réflexes vestibulo-oculaires existants depuis plusieurs décennies mais qui garde toute sa valeur clinique. En effet la stimulation calorique à l'eau chaude ou froide est le seul examen qui permet la mesure de la réflectivité d'un labyrinthe. Toute mesure basée sur un mouvement de tête stimule en effet les deux labyrinthes.

Le *Video Head Impulse Test* est d'apparition récente et permet d'évaluer l'efficacité des réflexes vestibulo-oculaires dans les plans des six canaux semi-circulaires pour des vitesses de tête élevées. Une altération de ceux-ci est dans 90 % des cas le témoin d'une atteinte labyrinthique. Cet examen a donc acquis une place primordiale dans la prise en charge des vertiges aux urgences pour différencier les atteintes vestibulaires labyrinthiques et neurologiques.

## Les mesures de vitesses de conduction, les potentiels évoqués somesthésiques et l'électromyographie.

Ces mesures évaluent la qualité de transfert des informations sensorielles et motrices dans le système nerveux central et périphérique, et la qualité de la réponse musculaire.

### L'imagerie cérébrale

L'imagerie est incontournable dans la prise en charge des troubles de l'équilibration mais n'oublions pas qu'elle reste négative dans bien des pathologies y compris neurologiques.

### LA DEMARCHE THERAPEUTIQUE

Il n'y a aucun médicament qui agit directement sur le système d'équilibration. Aucun médicament ne donne l'équilibre requis pour rouler à vélo, pour faire du ski. L'équilibration est une habileté qui s'apprend, qui s'entretient et qui se travaille en cas d'altération. La restauration d'une équilibration performante se fait donc d'abord par une rééducation de l'équilibre et une lutte contre la sédentarisation, l'excès de médicaments sédatifs ou hypotenseurs et la dénutrition. Redonner confiance aux patients qui ont peur de tomber est essentiel.

Il y a par contre des médicaments qui peuvent réduire les carences de certaines composantes du système d'équilibration ou réduire la sensation d'instabilité chez les patients qui objectivement ne sont pas instables. Ainsi les traitements de prévention secondaire de la migraine sont efficaces dans les hypersensibilités sensorielles aux mouvements.

Le traitement préventif a une place importante dans les neuropathies ou cérébellopathies toxiques et les facteurs de risque vasculaire.

Il est essentiel de faire comprendre à nos patients que moins ils marchent moins bien ils marcheront.

Conflits d'intérêt : néant

## BIBLIOGRAPHIE

1. Masdeu JC. Gait and balance disorders. Handbook of clinical neurology. 2016;136:939-55.
2. Schiller D, Eichenbaum H, Buffalo EA, Davachi L, Foster DJ, Leutgeb S *et al.* Memory and Space: Towards an Understanding of the Cognitive Map. *J. Neurosci.* 2015;35(41):13904-11.
3. Yoder RM, Taube JS. The vestibular contribution to the head direction signal and navigation. *Frontiers in Integrative Neuroscience.* 2014;8(32):1-13.
4. Sierra-Hidalgo F, de Pablo-Fernandez E, Herrero-San Martín A, Correas-Callero E, Herreros-Rodríguez J, Romero-Munoz JP *et al.* Clinical and imaging features of the room tilt illusion. *J Neurol* 2012;259:2555-64.
5. Dieterich, M., and Staab, J.P. Functional dizziness from phobic postural vertigo and chronic subjective dizziness to persistent postural-perceptual dizziness. *Curr. Opin. Neurol.* 2017; 30, 107-13.
6. Van Nechel C, Duquesne U, Hautefort C, Toupet M. Hypervestibuly: a clinical vestibular hypersensitivity in chronic dizzy patients? *Frontiers in neuro-otology* (accepted).
7. Barra J, Pérennou D. Le sens de verticalité est-il vestibulaire ? *Clin. Neurophys.* 2013;43:197-204.
8. Brooks JX, Cullen KE. Multimodal Integration in Rostral Fastigial Nucleus Provides an Estimate of Body Movement. *J. Neurosci.* 2009;29(34):10499-511.
9. Toupet M, Van Nechel C, Bozorg Grayeli A. Subjective Visual Vertical Tilt Attraction to the Side of Rod Presentation: Effects of Age, Sex, and Vestibular Disorders. *Otol Neurotol.* 2015;7: 1074-80.
10. Guerraz M, Yardley L, Bertholon P, Pollak L, Rudge P, Gresty MA *et al.* Visual vertigo: symptoms assessment, spatial orientation and postural control. *Brain* 2001;124:1646-56.
11. Vann SD, Aggleton JP, Maguire EA. What does the retrosplenial cortex do? *Nature Reviews Neuroscience.* 2009;7(10):792-803.
12. Balaban CD, Jacob RD, Furman JM. Neurologic bases for comorbidity of balance disorders, anxiety disorders and migraine: neurotherapeutic implications. *Expert Rev Neurother.* 2011;11(3): 379-94.

#### Correspondance et tirés à part :

C. VAN NECHEL  
Clinique des Vertiges  
Avenue Franklin Roosevelt, 131  
1050 Bruxelles  
E-mail : drvannechel@cliniquedesvertiges.be

Travail reçu le 2 mai 2017 ; accepté dans sa version définitive le 14 juillet 2017.