



# Neurosurgery Education and Training Laboratory (NET-Lab)

Service de Neurochirurgie  
Département des Neurosciences Cliniques (DNC)  
Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV)

## 1. Contexte

### 1.1 *Formation pregraduée*

#### 1.1.1 *BMed2.3*

L'étude du système nerveux centrale est attaché au troisième module de la deuxième année du programme d'études du Baccalauréat universitaire en médecine (Module Neurosciences B 2.3).

En considérant la nature complexe du système nerveux central, autant dans sa structure que dans sa fonction, le module prévoit comme première étape, une introduction à sa morphologie macroscopique. Les principes d'organisation du cerveau sont introduits du point de vue de sa morphologie, son embryologie, sa vascularisation et en imagerie médicale. Les étudiant-e-s sont guidés pendant les travaux pratiques d'anatomie par leurs confrères/sœurs aîné(e)s dans l'exploration approfondie de la morphologie du crâne et de l'orbite.

#### *Objectifs spécifiques :*

- Connaître les bases de la structure et du développement du cerveau
- Connaître la morphologie macroscopique du cerveau, ses sous-divisions et le système ventriculaire
- Comprendre l'organisation et le fonctionnement des systèmes fonctionnels
- Connaître la vascularisation du cerveau
- Connaître les nerfs crâniens et l'organisation de l'orbite et l'oreille moyenne et interne
- Savoir décrire la structure des fosses nasales et sinus para- nasaux

#### 1.1.2 *MMed1.6*

Dans la poursuite de leurs études, les étudiant-e-s qui les choisissent, sont accueilli dans notre service dans le cadre des cours-bloc (CB) pour le MMed1.

Les CB appartiennent à l'enseignement structuré des compétences cliniques et consistent en tournus (généralement d'une à trois semaines) par groupes d'une dizaine d'étudiant-e-s dans différentes spécialités cliniques sous la gouvernance de la Direction de l'École de médecine (Prof. P.-A. Bart) et par le Responsable académique du Module (Dr M. Monti).

Ces CB offrent aux étudiant-e-s l'occasion d'acquérir des compétences dans la prise en charge du/de la patient-e (entretien médical, examen clinique), la synthèse des données et le raisonnement clinique (génération d'hypothèses diagnostiques et démarche diagnostique), ainsi que dans la prise en charge diagnostique et thérapeutique de patients aigus et chroniques, que ce soit en milieu hospitalier ou ambulatoire.

Le service de neurochirurgie participe à la formation dans le cadre des cours-bloc des Neurosciences clinique au nombre de 2 étudiant par blocs par 5 blocs par année. Pendant ces CB les étudiant-e-s assistent à des intervention NCH dans le cadre de la prise en charge globale d'un patient en NCH.

Plusieurs stratégies d'évaluation existent pour les CB et ont été plus globalement montrées efficaces pour l'évaluation en milieu de travail clinique. En font partie les :

- Mini-CEX (Mini Clinical Evaluation exercise)

- DOPS (Direct observed procedural skills)
- CBD (Case-based discussions) : discussion à partir de cas cliniques
- Présentation au superviseur et discussion de patients
- Présentation de cas (séances organisées dans certains CB)
- Vignettes cliniques interactives (MOODLE) (CB chirurgie)
- Evaluation globale de l'étudiant-e (y.c. du professionnalisme)

Il s'agit pour la plupart de stratégies d'évaluation formative, c.à.d. à visée d'apprentissage.

### *1.1.3 MMed3*

Le plan d'études de médecine comprend une année de stages placée en 3<sup>ème</sup> année de Master (MMed3). Le but de cette période de stages est de permettre à l'étudiant-e d'acquérir une expérience pratique et d'approfondir une partie de ses connaissances, dans les disciplines de son choix, aussi bien en médecine clinique qu'en médecine fondamentale. Chaque étudiant-e choisit un certain nombre de stages, d'une durée minimale d'un mois chacun à effectuer entre le 1er juin et le 30 avril de l'année suivante.

L'année de stages est placée sous la responsabilité du Professeur Olivier Hugli, mandaté par l'Ecole de médecine. La gestion des stages est assurée par le Bureau de l'enseignement de l'Ecole de médecine (rue du Bugnon 21, 1011 Lausanne, 021 692 50 11, stages\_med@unil.ch). Ce Bureau ainsi que celui de la Faculté de médecine à Genève, centralisent tous les stages de Suisse romande répertoriés dans le Catalogue de stages de la Suisse romande.

Le service de Neurochirurgie participe à cette formation et chaque année entre 12 et 20 étudiant-e-s sélectionnent le service de Neurochirurgie pour leur stage. Le stage, sous la responsabilité du Prof. Marc Levivier, est structuré de façon que les étudiant-e-s puissent travailler en collaboration avec un assistant aîné, participer aux visites journalières des malades, participer aux colloques du service, aux colloques pluridisciplinaires et à ceux de la neuroradiologie. Les étudiant-e-s assistent aux interventions chirurgicales et participent à la prise en charge globale du patient-e pendant toute la période d'hospitalisation.

### *1.1.4 Cours à option MMed1*

Des cours à option sont offerts par l'école de médecine dans le but premier de donner aux étudiant-e-s l'occasion de cultiver leurs intérêts. L'offre des cours de BMed3 et de MMed1 est la même mais certains sont donnés sur l'automne ou le printemps. Les étudiant-e-s de MMed1 sont privilégiés pour les cours de l'automne. Le Dr. Mahmoud Messerer est le coordinateur, avec le Prof. Nelly Pitteloud, du cours « L'hypophyse reine des glandes : la servir et la protéger ». Ce cours permet aux étudiant-e-s de revoir certaines notions anatomiques et physiologiques de la région hypothalamo-hypophysaires, et se focalise sur les aspects cliniques des pathologies qui intéressent cette région. L'observation au bloc opératoire fait partie du cours. En salle d'opération, les principales notions anatomiques sont revues tout au long de l'invention d'un point de vue clinico-chirurgical, en corrélation avec les différentes implications anatomopathologiques.

## 1.2 Formation postgraduée

La formation en neurochirurgie, comme tant d'autres spécialités chirurgicales, est traditionnellement basée sur un modèle d'apprentissage théorique et pratique dont une majeure partie se déroule au bloc opératoire. Cependant, la restriction des heures de travail, tant en Europe qu'en Amérique du Nord, a fait que le temps d'exposition chirurgicale des médecins en formation a été réduit. De ce fait le programme de formation en neurochirurgie a dû palier à cette contrainte en incorporant de nouvelles méthodes d'apprentissage pour que les médecins en formation atteignent les mêmes compétences et connaissances. De plus, étant à une époque de contrôle juridique accru, il est devenu nécessaire de démontrer la maîtrise de certaines compétences avant de pouvoir accéder à la pratique chirurgicale sur les patients et ce d'autant plus quand il s'agit de chirurgies complexes. Cela va sans dire que les responsables de la formation neurochirurgicale dans différents centres européens et ailleurs dans le monde ont réalisé les effets néfastes de la superposition de ces contraintes sur l'apprentissage et l'acquisition du savoir théorique et du savoir-faire pratique, créant des lacunes dans la formation des futurs neurochirurgiens. Les pressions pour améliorer la sécurité des patients, les résultats et l'efficacité de l'hôpital sont également susceptibles d'exercer un effet négatif sur la formation des assistants en entravant l'acquisition de l'autonomie chirurgicale. On se retrouve donc au cours des dernières décennies devant une situation où on note une augmentation des contraintes qui entrave une formation neurochirurgicale complète et optimale, associée à une augmentation en parallèle de la gravité et de la complexité des maladies neurochirurgicales et par conséquent des options thérapeutiques. Dans ce contexte le paradigme standard de la formation neurochirurgicale a dû s'adapter pour évoluer du modèle d'apprentissage traditionnel vers un programme plus structuré qui dépend de plus en plus des activités d'apprentissage extra-cliniques (workshops, simulateurs, modèles ex-vivo). Ces mêmes contraintes ont conduit les programmes de formation à réévaluer leur approche pédagogique pour améliorer l'efficacité de l'apprentissage chirurgical. Pour se conformer aux nouveaux mandats en matière d'éducation chirurgicale, les programmes de formation en neurochirurgie ont dû élaborer des stratégies pour évaluer systématiquement les compétences chirurgicales d'un médecin en formation avant d'obtenir son diplôme. La meilleure façon de développer ces compétences c'est d'effectuer une telle évaluation dans une atmosphère contrôlée et sûre comme dans un laboratoire de dissection anatomique. La dissection cadavérique a longtemps été considérée par les étudiants, les médecins en formation et les professeurs comme le gold-standard dans l'étude de l'anatomie, car le tissu cadavérique est la simulation la plus fidèle en termes de structure anatomique macroscopique ayant des variations anatomiques mineures, mais en plus offre l'occasion de pratiquer des techniques chirurgicales. La simulation peut être définie comme une technique éducative à travers laquelle un médecin (en formation) peut effectuer une tâche dans un environnement non clinique, sans risque pour la sécurité du patient. Pour les médecins assistants de niveau avancé, un laboratoire avec des compétences chirurgicales peut aider à mieux préparer une intervention chirurgicale avant d'effectuer une procédure complexe en salle d'opération, maximisant ainsi le potentiel d'apprentissage pour les procédures les moins courantes. Bien que de nombreux neurochirurgiens aient utilisé le laboratoire de dissection pour développer leurs compétences, au CHUV nous n'avons pas encore de programme de dissection structuré qui soit un élément de base de l'enseignement médical. Jusqu'à présent, notre service a garanti la formation chirurgicale de nos médecins en organisant de nombreuses formations pratiques extra-cliniques à l'étranger en collaboration avec de nombreux centres de formation internationaux. Tout cela a permis à nos jeunes neurochirurgiens en formation d'acquérir les compétences nécessaires dans le domaine chirurgical pour garantir une prise en charge correcte des situations cliniques les plus complexes. Néanmoins, les nombreuses restrictions liées à la crise sanitaire que nous traversons actuellement nous ont permis de prendre

conscience de l'importance d'avoir un laboratoire chirurgical dans notre institution, accessible à tous les assistants en formation. Cela permettrait une formation continue, planifiée et structurée sur place limitant ainsi les déplacements.

## 2. Objectifs et méthodes

### 2.1 Objectifs

#### 2.1.1 Formation pré-graduée

- **BMed2** : Renforcer l'étude morphologique de la neuroanatomie en intégrant un programme de dissection planifié et structuré en collaboration avec l'Unité Facultaire d'Anatomie et de Morphologie (UFAM) du Centre universitaire romand de médecine légale (responsable le Prof. Sara Sabatasso). Préparation de modèles anatomiques des différents faisceaux de matière blanche qui seront à disposition de l'UFAM
- **MMed1** : L'étudiant durant sa semaine de stage dans le service de neurochirurgie, hormis les objectifs qui voient être atteints dans son activité clinique dans le service, on associera une demi-journée dans notre laboratoire (NET-Lab) pour réaliser une dissection cadavérique et leur expliquer les principes de base de l'anatomie chirurgicale du cerveau avec des objectifs clairs, à savoir étude morphologique de la surface du cerveau et du crâne en leur expliquant les principaux abords chirurgicaux.
- **MMed3** : L'étudiant durant son mois de stage dans le service de neurochirurgie aura un accès direct à notre NET-Lab une demi-journée par semaine. Le programme est détaillé dans le programme pré-graduée (paragraphe 3.2.1) afin de renforcer l'étude et la compréhension des systèmes fonctionnels grâce à la dissection de la matière blanche avec l'intégration de modèles radiologiques 3D de faisceaux neuronaux
- **Master de médecine** : Tutorat ou co-tutorat pour la réalisation des travaux de Master nécessitant une étude neuroanatomique morphologique ou fonctionnelle
- **Cours à option** : Offre d'un cours à option multidisciplinaire d'anatomie, impliquant la neuroanatomie. Introduction d'une séance de dissection cadavérique dans le cours à option de pathologies hypothalamo-hypophysaire déjà préexistant.

#### 2.1.2 Formation post-graduée

- Intégrer un **programme planifié et structuré** de neuroanatomie et de dissection chirurgicale dans le programme de formation pédagogique et clinique en neurochirurgie.
- Créer un **système d'évaluation** des participants qui puisse évaluer systématiquement leurs compétences techniques et les progrès réalisés lors de la formation
- **Projets de recherche** sur l'utilisation combinée de l'endoscope et du microscope pour les abords de la base du crâne en collaboration avec la WFNS et l'EANS

### 2.2 Méthodes

#### 2.2.1 Modèles ex vivo

Le projet prévoit l'utilisation de têtes de cadavres (modèles ex-vivo) fraîchement fixées et injectées. Les spécimens cadavériques seront obtenus auprès de l'UFAM du Centre universitaire romand de médecine légale (responsable le Prof. Sara Sabatasso).

Pour la dissection de la morphologie convexitaire et la dissection de la base du crane les spécimens cadavériques seront conservés en utilisant une solution d'alcool éthylique à 66%, dans un seau placé dans un réfrigérateur à 4°-10 °C situé dans les locaux de la Plateforme Enseignement, Recherche Chirurgicale et Expérimentale du CHUV (Bh05).

Pour la dissection de la substance blanche les spécimens et les modèles seront conservés en utilisant une solution de formaldéhyde 5% et conservés, selon disponibilités, dans les locaux de l'UFAM ou de la Plateforme Enseignement, Recherche Chirurgicale et Expérimentale du CHUV (Bh05).

### *2.2.2 Locaux et spécimens*

Les spécimens cadavériques injectés et fixé seront obtenus auprès de l'Unité Facultaire d'Anatomie et de Morphologie du Centre universitaire romand (UFAM – CURML) de médecine légale (responsable le Prof. Sara Sabatasso).

Les cours seront dispensés dans les laboratoires de chirurgie de la Plateforme Enseignement, Recherche Chirurgicale et Expérimentale du CHUV gérée par le Prof. Tozzi Piergiorgio (médecin chef, Service de chirurgie cardiaque). Une salle de dissection dédiée sera réservée une fois par semaine.

Le transport des spécimens cadavériques du laboratoire d'anatomie au laboratoire de chirurgie sera géré directement par la plateforme chirurgicale du CHUV.

Les spécimens cadavériques seront conservés en utilisant une solution d'alcool éthylique à 66% dans un seau placé dans un réfrigérateur à 4°-10 °C.

### *2.2.3 Matériaux*

Nous disposons d'un microscope chirurgical Leica, déjà disponible dans les locaux du laboratoire chirurgical.

Plusieurs moteurs chirurgicaux ainsi que des forets chirurgicaux à haute vitesse ont été récupérés et seront disponibles. Les différents forets seront par la suite obtenus grâce à des dons ou achetés avec des fonds de formation.

D'autres outils et matériels sont nécessaires au laboratoire de dissection et peuvent être obtenus par achat.

## 3. Programme

### *3.1 Répartition des participants*

Afin d'intégrer cette formation pratique dans le cursus pédagogique de la formation pregraduée en médecine et post-graduée en neurochirurgie, nous avons réservé 4 heures par semaine au sein de notre plateforme. Les participants seront divisés en deux groupes : « formation pré-gradué » et « formation post-graduée ». Chaque groupe aura un programme de dissection qui sera adapté à son niveau de connaissance et son niveau de compétence. Les objectif et le programme pré-gradué sont détaillé dans le paragraphe 3.2.1 Les objectif et le programme post-gradué sont détaillé dans le paragraphe 3.2.2

L'étudiant-e en médecine participera activement à la dissection sous la supervision d'un médecin cadre ou d'un chef de clinique senior. La dissection sera centrée sur l'étude morphologique et ses implications clinico-chirurgicales dans la perspective d'une approche transversale.

La session didactique d'introduction de chaque module sera accessible à tous les participants. La participation à la séance pratique sera réservée à 2 participants par spécimen, afin de garantir à chacun la meilleure exposition.

### 3.2 Programme de dissection

#### 3.2.1 Programme de formation pré-gradué

*Module I* : Dissection étape par étape du « dorsal et ventral stream »

*Module II* : Dissection étape par étape du « central core »

*Module III* : Morphologie de la face médiale de l'hémisphère cérébral et du système limbique

*Module IV* : Dissection du tronc cérébral et cervelet

*Module V* : Anatomie chirurgicales et de la base du crâne

#### 3.2.1 Programme de formation post-graduée Neurochirurgie

*Introduction* : Introduction à la dissection des fibres

- Principes techniques de la dissection des fibres: technique de Klingler et variantes

*Module I* : Dissection étape par étape du « dorsal stream »

- Anatomie corticale
- Fibres arquées courtes d'association ou fibres en U
- Faisceau longitudinal supérieur - portion horizontale
- Faisceau arqué
- Relations anatomiques

*Module II* : Dissection étape par étape du « ventral stream »

- Faisceau longitudinal moyen
- Anatomie corticale de l'insula
- Capsule extrême, capsule externe
- Faisceau unciné
- Faisceau fronto-occipital inférieur
- Faisceau longitudinal inférieur

*Module III* : Dissection étape par étape du « central core »

- Noyau lenticulaire
- Commissure antérieure
- Capsule interne

*Module IV* : Dissection étape par étape de la radiations optiques, faisceau longitudinal inférieur et tapetum

*Module V* : Morphologie de la face médiale de l'hémisphère cérébral et du système limbique

- Dissection de la face médiale de l'hémisphère cérébral et du système limbique

*Module VI* : Dissection du tronc cérébral (1<sup>ère</sup> partie)

*Module VII* : Dissection du tronc cérébral (2<sup>ème</sup> partie)

*Module VIII* : Dissection du cervelet

*Module IX* : Chirurgie de l'épilepsie

- Points craniométriques
- Lobectomie temporale
- Hémisphérotomie
- Quadrantotomie antérieure/postérieure

*Module X: Bases de la craniotomie, abord ptérial*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Anatomie et dissection du muscle temporal
- Craniotomie ptériale

*Module XI: Abord fronto-pariétale para sagittale*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Anatomie des sinus veineux et veines corticales
- Anatomie des ventricules latéraux et du 3<sup>ème</sup> ventricule
- Craniotomie fronto-pariétale para sagittale
- Abord inter hémisphérique transcalleux transchoroidal/subchoroidal/transforaminal au 3<sup>ème</sup> ventricule

*Module XII: Craniotomie orbitozygomatique*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Craniotomie orbitozygomatique 1 vs 2 pièces
- Anatomie de l'os sphénoïde
- Clinoïdectomie antérieure extradurale
- Anatomie et dissection du sinus caverneux
- Abord transylvien et anatomie du polygone de Willis et des citernes de la base

*Module XIII: Orbité*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Abords chirurgicaux à l'orbité
- Craniotomie fronto-orbitaire et orbitotomie
- Anatomie de l'orbité

*Module XIV: Abords de la fosse moyenne*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Craniotomie temporale et dissection durale
- Anatomie de la fosse moyenne
- Abord sous-temporel et petrosectomie antérieure
- Anatomie des citernes crurales et ambiantes et de la région petroclivale

*Module XV: Petrosectomie postérieure*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Anatomie des sinus veineux
- Anatomie de l'os pétreux
- Anatomie du nerf facial
- Mastoïdectomie et petrosectomie postérieure

*Module XVI: Abord rétro sigmoïdien et petrosectomie combinée*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Anatomie des sinus veineux
- Craniectomie rétro sigmoïdienne
- Anatomie de l'angle ponto-cérébelleux
- Abord supra cérébelleux extrême latérale et extension transtentorielle, anatomie et dissection de la citerne ambiante, quadrijuminale
- Petrosectomie combinée
- Anatomie et dissection de la région petroclivale

*Module XVII : Abord sous occipital médian*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Anatomie de la région sous-occipitale et de la jonction cranio-cervicale (AJ)
- Craniectomie sous-occipitale et laminectomie C-1
- Abord télévélair au 4e ventricule (AS)
- Abord sous tentoriel supra cérébelleux médian et paramédian

*Module XVIII : Abord far-latéral*

- Planification et positionnement
- Points craniométriques
- Anatomie de l'artère vertébrale et anatomie cérébello-médullaire
- Craniectomie far-latérale et extrême far-latéral
- Abord au foramen jugulaire

*Module XIX : Anatomie des sinus paranasaux et FESS (functional endoscopic sinus surgery)*

- Planification et positionnement
- Anatomie endoscopique des sinus paranasaux
- Lambeau nasoseptal

*Module XX : Abords endoscopiques à la base du crane antérieure*

- Planification et positionnement
- Anatomie endoscopique de la base du crane antérieure
- Abord endoscopique à la base du crane antérieure

*Module XXI : Abords endoscopiques à la base du crane moyenne*

- Planification et positionnement
- Anatomie endoscopique de la région sellaire
- Abord endoscopique de la région sellaire
- Abord endoscopique transtuberculaire

*Module XXII : Abord endoscopique transclival, trans-pterygoid et orbite*

- Planification et positionnement
- Anatomie endoscopique de la région clivale
- Anatomie endoscopique paraclivale et orbite

## 4. Système d'évaluation des activités de formation

Les étudiants en formation pré-graduée seront évalués par les enseignants selon les modèles pré-établis par l'UNIL, et ils auront également la possibilité d'évaluer notre enseignement (du NET-Lab).

Concernant la formation post-graduée, des évaluations internes par nos formateurs seront faites par les moyens institutionnels telles que la Direct Observation of Procedural Skills (DOPS).

## 5. Projets futurs

- Création d'un cours certifié par la société suisse de neurochirurgie pour la microchirurgie, ce cours étant obligatoire pour l'obtention du FMH en neurochirurgie ; ce certificat sera aussi soumis à d'autres sociétés suisses de chirurgies pour validation de leur FMH respective.
- Création d'un cours européen de dissection cadavérique centré sur la base du crâne, ce cours sera sous le l'égide de la société européenne de neurochirurgie EANS.
- Projets de recherche sur l'utilisation combinée de l'endoscope et du microscope pour les abords de la base du crâne en collaboration avec la WFNS et l'EANS.

### Equipe NET Lab

Responsable du NET Lab: Prof Roy Thomas Daniel

Faculty :

SERVICE DE NEUROCHIRURGIE, DNC :

Prof Roy Thomas DANIEL,

PD MER Mahmoud MESSERER

Dr Daniele STARNONI

Dr Giulia COSSU

Pr Marc LEVIVIER

Pr Jocelyne BLOCH

Dr Mercy GEORGE (Neuro-otologie, Service d'ORL, CHUV)

Prof. Pablo GONZALEZ-LOPEZ (Service de Neurochirurgie, Université d'Alicante)

UNITÉ FACULTAIRE D'ANATOMIE ET MORPHOLOGIE (UFAM), DNF :

Prof. Sara SABATASSO

MER Hugues CADAS