

# PREMIÈRE PARTIE DES EXAMENS

pour l'obtention du titre de spécialiste  
en radiologie et en médecine nucléaire  
(Version 2024/25)

## **Remarque de la Commission des examens :**

Le contenu des questions d'examen est strictement déterminé par le catalogue des matières ci-après et en particulier par la bibliographie y incluse.

La commission d'examens n'est en aucun cas responsable du contenu des cours préparatoires. Par expérience ces cours ne couvrent pas l'intégralité des sujets examinés.

Version: 29 mai 2024

# CONTENU

<b>Contenu</b> .....	<b>2</b>
<b>Vue d'ensemble</b> .....	<b>3</b>
<b>Renseignements générales</b> .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Questions à choix multiple .....	4
Admission à l'examen .....	4
Réussite de l'examen .....	5
Répétition de l'examen .....	5
Renseignements concernant le double titre de spécialiste en radiologie et médecine nucléaire.....	5
Recours .....	5
<b>TABLES DES MATIÈRES</b> .....	<b>6</b>
<b>I. Principes biophysiques / radioprotection</b> .....	<b>6</b>
Radiophysique .....	6
Radiobiologie .....	8
Radioprotection.....	9
<b>II. Sciences de bases générales</b> .....	<b>14</b>
Théorie scientifique .....	14
Economie de la santé.....	15
Droit médical .....	16
Éthique médicale.....	18
<b>III. Anatomie</b> .....	<b>21</b>
<b>Annexe radiologie</b> .....	<b>23</b>
<b>IV.a. Appareillage/Informatique</b> .....	<b>23</b>
Appareillage .....	23
Informatique .....	25
<b>V.a. Sciences de base d'utilité radiologique</b> .....	<b>30</b>
1.Pharmacologie/Réanimation .....	30
2.Technique de rapport et critères de qualité .....	31
<b>Annexe Médecine Nucléaire</b> .....	<b>33</b>
<b>IV.b. Appareillage / Informatique / Radiopharmacie</b> .....	<b>33</b>
1. Appareillage .....	33
2. Informatique .....	35
3. Radiopharmacie .....	36
<b>V.b. Connaissances de base</b> .....	<b>39</b>
1. Connaissances de bases (biocinétique, épidémiologie).....	39
2. Pharmacologie .....	41

## VUE D'ENSEMBLE

Le catalogue des matières est basé sur les programmes de formation postgraduée pour l'obtention du titre de spécialiste en radiologie et de spécialiste en médecine nucléaire. Le tableau ci-dessous donne une vue d'ensemble des sujets examinés, ainsi que du nombre et du type de questions.

	Sujet	No total de questions	Répartition	Pondération pour la moyenne
<b>I. Principes biophysiques / radioprotection</b>	Radiophysique	<b>35</b>	10	<b>3</b>
	Radiobiologie		10	
	Radioprotection		15	
<b>II. Sciences de bases générales</b>	Théorie scientifique/ Economie de la santé	<b>20</b>	10	<b>2</b>
	Droit médical		6	
	Ethique médicale		4	
<b>III. Anatomie</b>	Radio anatomie (dont 10 questions de médecine nucléaire)	<b>80</b>		<b>4</b>
<b>IV. Appareillage</b>	Selon l'annexe	<b>30</b>		<b>4</b>
<b>Va. Sciences de base d'utilité radiologique</b>	Réanimation	<b>25</b>	4	<b>3</b>
	Pharmacologie		16	
	Technique de rapport et critères de qualité		5	
<b>Vb. Sciences de base d'utilité médecine nucléaire</b>	Selon l'annexe	<b>25</b>		<b>3</b>

# GENERALITÉS

## Questions à choix multiple

L'examen est composé de questions à choix multiples en français et en allemand. Les questions utilisées sont de type A, E et k'.

### Type A

Pour chaque question, quatre (A-D) ou cinq (A-E) propositions sont disponibles. Une seule réponse est correcte.

### Type E

Deux affirmations sont liées par un lien de causalité. Les possibilités sont :

- A) Les deux affirmations sont correctes et le lien de causalité est juste.
- B) Les deux affirmations sont correctes mais le lien de causalité est fausse.
- C) La première affirmation est correcte, la seconde est incorrecte.
- D) La première affirmation est incorrecte, la seconde est correcte.
- E) Les deux affirmations sont incorrectes.

### Type k'

Pour une question, quatre réponses (A-D) sont proposées. Une à trois réponses est/sont juste(s). Les réponses ne peuvent en aucun cas être toutes justes ou toutes fausses. La question est évaluée dans son ensemble, c'est-à-dire que pour obtenir un point, il faut répondre correctement aux quatre questions partielles. Dans le cas contraire, la question sera notée avec 0 point. Les demi-points ne sont pas attribués.

## Admission à l'examen

**Conformément à la révision de l'ordonnance fédérale sur la formation continue du 30 octobre 2008, seuls sont admis à l'examen de spécialiste les détenteurs d'un diplôme fédéral de médecin ou d'un diplôme étranger de médecin reconnu par l'OFSP.**

## Réussite de l'examen

L'examen est réussi si :

- la moyenne pondérée\* est de 4,0 et plus **et**
- au maximum une note de 3,0 et aucune note de 2,0 ou 1,0 n'est attribuée.

\*pondération : cf. tableau page 3

## Répétition de l'examen

L'examen peut être répété aussi souvent que cela est nécessaire.

Depuis le 01.01.2012, l'examen ne peut plus être répété dans une forme réduite.

## Renseignements concernant le double titre de spécialiste en radiologie et médecine nucléaire

Les candidats radiologues désirant obtenir le titre de spécialiste en médecine nucléaire peuvent faire valoir les notes des blocs I, II et III obtenues lors de la 1<sup>ière</sup> partie réussie de l'examen suisse de spécialiste en radiologie. Ils ne doivent se présenter que pour les blocs IV et V de la 1<sup>ière</sup> partie de l'examen de spécialiste en médecine nucléaire. Les mêmes dispositions s'appliquent aux candidats de la médecine nucléaire voulant obtenir le titre de spécialiste en radiologie.

L'examen est réussi si :

- la moyenne pondérée est de 4,0 ou plus **et**
- si le candidat obtient au maximum une note de 3 et aucune note de 2,0 ou 1,0

## Droit de recours

Ces candidats/candidates qui n'ont pas réussi l'examen et envisagent de contester leur résultat sur le plan juridique après l'annonce écrite, ont la possibilité de le faire dans un délai de 60 jours auprès de la commission d'opposition pour les titres de formation postgraduée (CO TFP). Toutefois, avant de faire recours nous leur recommandons de consulter leurs réponses erronées dans les matières concernées sur place et de les comparer avec les solutions correctes. A cet effet, ils/elles doivent s'adresser au secrétariat d'examen. Pendant cette consultation il n'est pas permis de copier les résultats ou de prendre de notes.

Il n'est autrement pas possible aux candidats/candidates de consulter le résultat de leur examen, il n'est notamment pas possible de revoir les résultats seulement dans le but d'améliorer ses connaissances pour l'année suivante.

**Prochaine session d'examen  
de première partie:**

Le 7 mars 2025  
Lausanne

# TABLES DES MATIÈRES

La matière des questions posées pendant l'examen est exclusivement tirée des références mentionnées ci-dessous, à l'exception de l'anatomie, dont les références sont données à titre indicatif.

De la littérature complémentaire, utile pour une étude approfondie mais non indispensable pour la réussite de l'examen, est mentionnée pour certains sujets.

## I. PRINCIPES BIOPHYSIQUES / RADIOPROTECTION

### Radiophysique

#### But

Connaissance des principes de la radiophysique

#### Sujets

#### Matière et interactions rayonnement-matière

- Décrire succinctement les modèles classiques et quantiques de l'atome et du noyau
- Comparer les caractéristiques de l'atome et du noyau, en particulier du point de vue des énergies de liaison
- Expliquer la différence entre un noyau stable et un noyau radioactif
- Décrire les différents types de radioactivité, le type de rayonnement émis, et leurs spectres énergétiques
- Calculer l'activité d'une source radioactive en fonction du temps
- Expliquer l'origine des sources radioactives naturelles et citer quelques exemples
- Classer par ordre d'énergie croissante les différents domaines du rayonnement électromagnétique (des ondes radio au rayonnement gamma) et expliquer les principales interactions possibles dans le domaine ionisant (diffusion élastique, effet photoélectrique, effet Compton, création de paires)
- Calculer l'absorption d'un rayonnement électromagnétique à l'aide de la loi de Lambert-Beer (exponentielle décroissante) et de la couche de demi-atténuation
- Décrire la trajectoire des électrons dans la matière et leurs deux interactions principales (collision, Bremsstrahlung)
- Evaluer grossièrement le parcours des électrons dans la matière en fonction de leur énergie

#### Production et caractéristiques des rayons X

- Expliquer le rôle des divers constituants de la chaîne d'imagerie de radiographie (depuis le filament jusqu'au détecteur)
- Décrire le principe de fonctionnement d'un tube à rayons X
- Décrire le spectre énergétique du rayonnement émis par un tube à rayons X et comment il peut varier en fonction de la tension appliquée, de la charge du tube, du matériau de l'anode et de la filtration
- Expliquer comment faire varier le contraste de l'image radiographique et sa répercussion sur l'exposition du patient

### Dosimétrie et techniques de mesures de la radiation

- Décrire la manière dont les rayonnements ionisants (photons, électrons) déposent leur énergie dans la matière
- Expliquer la signification et l'usage des grandeurs dosimétriques suivantes : kerma dans l'air ( $K_a$ ), doses absorbée ( $D$ ), équivalente ( $H$ ) et efficace ( $E$ )
- Décrire succinctement le fonctionnement d'une chambre d'ionisation, d'un détecteur semi-conducteur et d'un détecteur thermoluminescent, et citer leurs principaux domaines d'utilisation en radiologie

### Bibliographie

IAEA, Diagnostic Radiology Physics. A Handbook for Teachers and Students, Vienna (2014)

[Chapters 1, 2, 3.1, 3.2, 5]

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/8841/Diagnostic-Radiology-Physics-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>

IAEA, Nuclear Medicine Physics. A Handbook for Teachers and Students, Vienna (2014) [Chapter 1]

<http://www-pub.iaea.org/books/IAEABooks/10368/Nuclear-Medicine-Physics-A-Handbook-for-Teachers-and-Students>

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées pour la radioprotection veuillez contacter :**

Prof. François Bochud

Institut de radiophysique appliquée (IRA)

CHUV, Lausanne

[Francois.Bochud@chuv.ch](mailto:Francois.Bochud@chuv.ch)

## Radiobiologie

### But

Décrire l'interaction entre les radiations ionisantes et la matière vivante.

Être capable de répondre de façon adéquate au public en tant que futur(e) radiologue aux questions concernant les radiations et les dangers des radiations.

### Sujets

- Décrire l'action physique et chimique de l'absorption énergétique (chaîne de réactions radiobiologiques)
- Distinguer les dommages des radiations sur les cellules:
  - Mort cellulaire radio-induite
  - Dommages à l'ADN et aux chromosomes ; Mécanismes de réparation
  - Dommages membranaires
  - Régulation de transduction du signal intracellulaire
  - Régulation génomique
  - Rôle du microenvironnement
- Définir les paramètres de sensibilité des cellules aux radiations:
  - Dose (courbe de survie cellulaire)
  - Dose absorbée (Débit de dose)
  - Qualité de la radiation et efficacité biologique relative (EBR)
- Citer les paramètres influençant la radiosensibilité tumorale
  - Oxygène
  - Cycle cellulaire
  - Réparation de l'ADN
  - Radiosensibilité intrinsèque : Loi de Bergonié et Tribondeaux
  - Repopulation cellulaire et facteurs de croissance
  - Réponse immunitaire
- Définir et expliquer les principes de l'association des radiations ionisantes avec :
  - Chimiothérapie ou hormonothérapie
  - Immunothérapie
  - Substances radiosensibilisatrices
- Évaluer les réactions tissulaires aiguës et tardives liées à la dose et au fractionnement
- Expliquer la différence entre réactions tissulaires et effets stochastiques
- Définir les facteurs de l'irradiation contribuant aux effets tissulaires
- Apprécier les effets à long terme de l'irradiation



- Carcinogénèse
  - Effet tardif sur les tissus sains et fibrose radio-induite
  - Mutations génétiques (héréditaires) et somatiques
  - Effets de la radiation sur l'embryon et sur le fœtus
  - Effet tardif sur les tissus sains et fibrose radio-induite
- Décrire les effets d'une irradiation globale : Syndrome d'irradiation aiguë du corps entier.
  - Distinguer et estimer les risques des radiations ionisantes de faible dose en radiologie diagnostique et en médecine nucléaire diagnostique.

## Bibliographie

### 5th Edition- Basic Clinical Radiobiology

Edited By [Michael C. Joiner](#) and [Albert J. van der Kogel](#)

ISBN 9781444179637

Published August 17, 2018 by CRC Press

<https://www.routledge.com/Basic-Clinical-Radiobiology/Joiner-Kogel/p/book/9781444179637>

### En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées pour la radiobiologie veuillez contacter :

Prof Fernanda Herrera

Radiooncologie

CHUV, Lausanne

[Fernanda.Herrera@chuv.ch](mailto:Fernanda.Herrera@chuv.ch)

## Radioprotection (radiologie / médecine nucléaire)

### But

Connaissance de la protection des professionnels, de l'individu, de sa descendance, et de la population en général contre les effets nocifs des radiations ionisantes.

### Sujets

#### Effets des radiations sur l'organisme

- Décrire comment sont établies les connaissances concernant les effets stochastiques

- Expliquer la différence entre effets stochastiques et réactions tissulaires
- Expliquer le facteur de risque génétique
- Expliquer les effets des rayonnements ionisants sur l'embryon

## Principes de base de la radioprotection

- Expliquer les trois principes de base de la radioprotection que sont la justification (risque / bénéfice), l'optimisation et la limitation des doses
- Expliquer comment les limites de dose ont été établies
- Expliquer les notions de dosimétrie (dose équivalente, dose effective, facteurs de pondération)
- Expliquer les valeurs limites de dose pour la population et les professionnels
- Décrire la structure et la hiérarchie des bases légales (lois, ordonnances, directives) dans le domaine de la radioprotection
- Décrire les différences entre les situations d'exposition planifiée, existante et d'urgence et les catégories d'exposition (population, travailleurs, patients)

## Pratique de la radioprotection

- Décrire le rôle et les responsabilités de l'expert en radioprotection
- Décrire les formations et les formations continues requises pour les personnes professionnellement exposées aux rayonnements ionisants (médecins, personnel médical)
- Décrire les organes de surveillance dans le domaine de la radioprotection (OFSP, Suva, IFSN)
- Décrire les responsabilités des différents intervenants (médecins, physicien médical, techniciens en radiologie médicale)
- Décrire les obligations d'annonce envers les autorités (incidents, changements, etc.) et les mettre en œuvre
- Décrire les différences entre des audits cliniques et les inspections des autorités
- Expliquer la façon de protéger le patient des rayonnements ionisants et être capable d'utiliser les notions suivantes :
  - Indications
  - Moyens et mesures de protection (temps, distance, écrans)
  - Influence des paramètres de réglages sur la dose et la qualité des images
  - Méthodes d'optimisation de dose
  - Niveaux de référence diagnostiques (NRD)
  - Devoir d'information du patient
- Expliquer la façon de protéger le personnel des rayonnements ionisants et être capable d'utiliser les notions suivantes :
  - Moyens et mesures de protection (temps, distance, écrans)
  - Rayonnement diffusé par les installations de radioscopie et les méthodes de protection qui en découlent
  - Dosimétrie individuelle lors d'une exposition externe ou lors d'une contamination interne par des radiations ionisantes

## Assurance qualité

- Décrire le concept d'assurance de qualité et les responsabilités du détenteur de l'autorisation, des entreprises installatrices et de l'expert en radioprotection
- Décrire les différents contrôles d'assurance qualité mis en place pour les installations radiologiques, Gamma-caméras
- Décrire les différents contrôles d'assurance qualité mis en place pour les écrans de lecture / systèmes de reproduction de l'image
- Décrire succinctement le contenu des contrôles de qualité (contrôle de réception, contrôle d'état, contrôle de stabilité)

## Exposition de la population

- Evaluer les limites de dose et donner des exemples de doses annuelles typiques reçues par la population (irradiation naturelle et artificielle)
- Décrire les doses reçues par irradiation médicale à titre diagnostique et thérapeutique
- Evaluer les risques liés aux rayonnements ionisants
- Être capable de calculer les risques radiologiques à partir de la dose efficace et expliquer les raisons pour lesquelles le modèle linéaire sans seuil est utilisé en pratique

## Bibliographie

Jakob Roth (Auteur). Strahlenschutz in der Medizin. Verlag Hans Huber, 1. Auflage, 2008  
ISBN 978-3-456-94537-8

Jeffrey P. Kanne MD (Auteur). Quality and Safety in Medical Imaging: The Essentials, 2016,  
ISBN 978-1-451-18686-4

Loi du 22 mars 1991 sur la radioprotection (LRaP)  
( <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19910045/index.html> )

Ordonnance fédérale sur la radioprotection (ORaP) du 26 avril 2017  
( <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20163016/index.html> )

Ordonnance sur les rayons X du 26 avril 2017  
( <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20163023/index.html> )

Le contenu des directives/ notices suivantes de l'OFSP suivantes ainsi que le lien suivant font partie intégrante du catalogue des matières de l'examen (document à télécharger sous

[Directives pour installations RX et substances radioactives \(admin.ch\)](#):

- Taches et devoirs de l'expert en matière d'utilisation des rayonnements ionisants
- Protection des femmes enceintes exposées aux rayonnements dans l'exercice de leur profession
- Surveillance dosimétrique dans les hôpitaux
- Niveaux de référence diagnostiques (NRD) en radiologie par projection

- Niveaux de référence (NRD) en radiologie interventionnelle
- Niveaux de référence diagnostiques (NRD) en tomodensitométrie
- Niveaux de références diagnostiques (NRD) en médecine nucléaire
- Niveaux de références diagnostiques (NRD) en mammographie
- Sécurité du patient en radioprotection (lien)

Le contenu des directives/ notices suivantes de l'OFSP ne fait pas partie de la matière d'examen. Les candidats /candidates doivent en connaître leur existence. Les documents peuvent être téléchargés sous [Directives pour installations RX et substances radioactives \(admin.ch\)](#):

- Marquage des salles de radiologie
- Travail avec les rayonnements ionisants dans le domaine chirurgical et interventionnel
- Valeurs directrices pour les débits de dose ambiante
- Contrôle de qualité des installations de mammographie
- Contrôles de qualité des installations radiologiques numériques pour la radiographie et/ou la radioscopie
- Assurance de la qualité des tomodensitomètres (CT)
- Exigences applicables aux écrans de diagnostic médical et à l'assurance de la qualité
- Assurance de qualité des activimètres
- Assurance de qualité (QAP) Gamma-caméras, TEP et TEP-CT
- Radiothérapie métabolique
- Dosimétrie lors de l'utilisation de sources radioactives non scellées
- Calcul de l'épaisseur du blindage pour les locaux avec TEP
- Accessibilité et signalisation des secteurs contrôlés et des zones
- Doses aux extrémités
- Exigences relatives à la préparation de produits radiopharmaceutiques
- Événement radiologique médical
- Instruction, formation et formation continue en radioprotection dans la médecine humaine
- Elimination des déchets Xofigo

Information sur les audits cliniques en radioprotection

[Audits cliniques en radioprotection \(admin.ch\)](#)

Exposition de la population Suisse au rayonnement ionisant d'origine médicale

[Exposition diagnostique aux rayonnements en médecine \(admin.ch\)](#)

Le rapport sur l'exposition de la population Suisse au rayonnement ionisant d'origine médicale en format pdf est disponible sous :

[https://www.bag.admin.ch/dam/bag/fr/dokumente/str/std/diagnostische-strahlenexposition-medizin/annual-exposure-of-the-swiss-population-from-medical-imaging-2018.pdf.download.pdf/AnnualExposureOfTheSwissPopulationFromMedicalImaging2018\\_Viryetal\\_RadProtDos2021.pdf](https://www.bag.admin.ch/dam/bag/fr/dokumente/str/std/diagnostische-strahlenexposition-medizin/annual-exposure-of-the-swiss-population-from-medical-imaging-2018.pdf.download.pdf/AnnualExposureOfTheSwissPopulationFromMedicalImaging2018_Viryetal_RadProtDos2021.pdf)

Les documents (DVD) suivants sont disponible sous :

<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/informationen-fuer-medizinische-betriebe/schulungsfilme-medizinische-betriebe.html>

- DVD V: Radioprotection autour de la TDM : information sur l'optimisation de la radioprotection lors de l'utilisation de rayonnements ionisants dans le domaine de la tomodensitométrie
- DVD IV: Radioprotection en médecine nucléaire : information sur l'optimisation de la radioprotection lors de l'utilisation de rayonnements ionisants dans le domaine de la médecine nucléaire.
- DVD II: Radioprotection lors des examens de radiologie interventionnelle : Information sur les mesures de radioprotection lors d'examens à doses intensives réalisés avec des installations d'imagerie de fluoroscopie.

AAPM Report No. 96: The Measurement, Reporting, and Management of Radiation Dose in CT; Report of AAPM-TG 23, 2007; [http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT\\_96.pdf](http://www.aapm.org/pubs/reports/RPT_96.pdf)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées pour la radioprotection veuillez contacter :**

Dr. Nicolas Stritt,  
EDI, OFSP, Unité Protection de la santé, Division Radioprotection  
[Nicolas.Stritt@bag.admin.ch](mailto:Nicolas.Stritt@bag.admin.ch)

## II. SCIENCES DE BASES GÉNÉRALES

### Théorie scientifique

#### Objectives d'apprentissage

Connaître les méthodes statistiques, l'élaboration d'une étude scientifique et les problèmes relatifs à l'éthique scientifique.

Le candidat doit être en mesure de :

- Evaluer une publication de façon critique
- Planifier, mener à bien et publier seul une étude simple
- Intervenir auprès des cliniciens comme partenaire compétent dans l'évaluation des méthodes diagnostiques et interventionnelles
- Savoir adopter une attitude adéquate vis-à-vis des patients, des coauteurs, des journaux scientifiques et dans toute situation relative à la gestion d'une étude scientifique.
- Reconnaître et d'évaluer les mauvaises pratiques scientifiques

### Sujets

#### Statistique

- Termes des différents types de données différents (données numérique, données catégorielles, etc.)
- Notions de bases (médiane, moyenne, écart-type, plage, variance, intervalle de confiance)
- Sensibilité, spécificité, précision diagnostique et leur interprétation
- Distribution normale, hypothèse nulle, signification statistique,
- Définir une taille d'échantillon, méthodes statistiques (selon bibliographie), Biais de sélection
- Analyse de type ROC (Receiver Operating Characteristics) : Quelles sont les données requises ? A quelles questions faut-il répondre ? Comment faut-il interpréter les valeurs ROC ?

#### Conception d'une étude et questions d'éthique scientifique

- Modèle de référence, groupe de contrôle, méthodes de randomisation
- Publication : forme et contenu d'un chapitre simple dans un article scientifique, types des publications scientifiques
- Scientific Misconduct, plagiat, publications modifiées, Consentement éclairé, droits d'auteur, conflit d'intérêt

### Bibliographie

#### Statistique

- Weinstein S, Obuchowski NA, Lieber ML. Fundamentals of Clinical Research for Radiologists: Clinical Evaluation of Diagnostic Tests. *AJR* 2005; 184: 14-19
- Anvari A, Halpern EF, Samir AE. Statistics 101 for Radiologists. *RadioGraphics* 2015; 35:1789-1801

- Ochodo EA, de Haan MC, Reitsma JB, Hooft L, Bossuyt PM, Leeflang MM. Overinterpretation and misreporting of diagnostic accuracy studies: evidence of "spin". Radiology. 2013;267:581-8. doi: 10.1148/radiol.12120527

### Planification d'étude, questions d'éthique scientifique

- Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals: <http://www.icmje.org/icmje-recommendations.pdf>
- Bossuyt PB et al. STARD 2015: An Updated List of Essential Items for Reporting Diagnostic Accuracy Studies. Radiology 2015; 277:826-832.
- Eng J. Sample size estimation: How Many Individuals Should Be Studied? Radiology 2003; 227:309-313.

## Economie de la santé

### Objectives d'apprentissage

- Connaître l'influence des règles et données de l'économie de la santé sur l'imagerie
- Connaître l'influence de l'imagerie sur l'économie de la santé
- Connaître les Diagnosis Related Groups (DRG) et leur introduction en Suisse

### Thèmes – Notions de base :

- Le carré magique de l'économie de la santé
- Cost-Benefit Analysis, Cost-Effectiveness Analysis, Cost-Utility Analysis
- Les coûts et leurs paramètres : coûts fixes, coûts variables, coûts semi-fixes, coûts incrémentaux
- Swiss DRG: Fonctionnement, termes importants (cost-weights, borne de durée de séjour et outlier, prix de base, case-mix, case-mix index, trim points), règles et définitions pour la facturation des cas selon SwissDRG
- TARMED : Champ d'application et structure
- Lean management

### Bibliographie

- Singer MR, Applegate KE. Cost-effectiveness analysis in radiology. Radiology 2001;219:611-620
- Soimakallio S, Vanninen R. Measuring the outcomes and costs. Eur Radiology 1998; 8: 497-499
- Gentili A. Cost Accounting for the Radiologist. AJR Am J Roentgenol. 2014 May;202(5):1058-61.
- Donnelly LF, Lee GM, Sharek PJ. Costs of Quality and Safety in Radiology. Radiographics. 2018;38:1682-1687. doi: 10.1148/rg.2018180020.
- Information au sujet de SwissDRG publiée sur le site [www.swissdr.org](http://www.swissdr.org)
- „Informations de base pour les professionnels de la santé“ [https://www.swissdr.org/application/files/5115/0234/7269/170810\\_SwissDRG\\_Broschue.pdf](https://www.swissdr.org/application/files/5115/0234/7269/170810_SwissDRG_Broschue.pdf):

- Notions élémentaires in SwissDRG: <https://www.swissdrg.org/fr/portrait/notions-elementaires>
- Règles et définitions pour la facturation des cas selon SwissDRG (mai/2017): [http://www.swissdrg.org/application/files/4515/1309/3562/SwissDRG\\_Falldefinitionen\\_Version\\_Mai\\_2017\\_f.pdf](http://www.swissdrg.org/application/files/4515/1309/3562/SwissDRG_Falldefinitionen_Version_Mai_2017_f.pdf)
- TARMED: <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/versicherungen/krankenversicherung/krankenversicherung-leistungen-tarife/Aerztliche-Leistungen-in-der-Krankenversicherung/Tarifsystem-Tarmed.html>

## Droit médical

### Objectives d'apprentissage

- Connaître les droits et devoirs du patient et du médecin dans le domaine de la radiologie et médecine nucléaire.
- Utilisation des stupéfiants, contrôle clinique des médicaments et utilisation de produits médicaux
- Connaître la pharmacovigilance
- Connaître les bases éthiques
- Connaître les aspects médico-légaux résultant de l'application de l'intelligence artificielle

## Sujets

### Secret médical

- Signification des notions de secret médical, secret professionnel, secret du patient et secret de fonction
- Connaître le déliement (autorisation de levée) du secret médical
- Devoirs, par ex. autorisation du médecin à transmettre des informations
- Le rôle du canton dans le secret médical
- Prise de position après déliement du secret médical (par oral, par écrit, règles pratiques)
- Etat d'urgence
- Connaître la capacité de discernement
- Connaître le règlement de la confidentialité
- Connaître le règlement pour le médecin en tant qu'expert
- Connaître les différences entre le droit pénal et civil

### Le droit du patient à l'information

- Connaître le but, l'étendue et limites de l'information au patient
- Responsabilité propre du patient
- Connaître les arrêtés fédéraux concernant le droit du patient à l'information et leur signification dans la pratique médicale
- Connaître et expliquer le droit des patientes et patients à l'autodétermination



## Loi fédérale sur les médicaments et les dispositifs médicaux (loi sur les produits thérapeutiques (LPT))

- <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20002716/index.html>
- Connaître et expliquer le but, le champ d'application et concept
- Connaître et expliquer les principes de la mise sur le marché et procédures d'autorisation
- Connaître les principes concernant la vente, la prescription et la distribution des médicaments et des produits médicaux
- Connaître les dispositions à propos des essais cliniques
- Connaître le rôle de l'institut suisse des médicaments

## Loi fédérale sur l'assurance maladie (LAMa)

Connaitre les points suivants

- Bases
- Organisation
- Prestations
- Fournisseurs de prestations
- Financement

## Loi fédérale sur les stupéfiants et les substances psychotropes (LStup)

Connaitre les points suivants

- Dispositions générales
- Fabrication, dispensation, acquisition et utilisation
- Contrôle
- Dispositions pénales
- Office central

## Loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain du 30 septembre 2011 (Version du 26 mai 2021))

Connaitre les points suivants

- Principes
- Information des patients
- Commission d'éthique pour la recherche
- Classification de projets de recherche
- Transparence et protection des données
- Manière d'agir en cadre de la nouvelle loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain
- Connaissance des principes de bonne pratique clinique (« good clinical practice » GCP)

## Ordonnance sur l'intégrité de la transparence dans le domaine des produits thérapeutiques (OITPTh) du 10 avril 2019 (Version du 1<sup>er</sup> janvier 2020)

Connaitre les points suivants

- Principes généraux
- Intégrité
- Transparence

## Bibliographie

- «Bases juridiques pour le quotidien du médecin» publié de l'Académie Suisse des Sciences Médicales (ASSM) et la FMH (comporte la plupart des points)
- Martin J, Guillod O. Secret médical. Bulletin des médecins suisses 2000 ; 37: 2047-2052 (www.saez.ch)
- Le médecin en tant qu'expert ([Chapitre 7 : Le médecin en tant qu'expert \(fmh.ch\)](#))
- Loi fédérale sur les médicaments et les dispositifs médicaux (loi sur les produit thérapeutiques (LPT<sub>h</sub>)), ([http://www.admin.ch/ch/f/rs/c812\\_21.html](http://www.admin.ch/ch/f/rs/c812_21.html))
- Loi fédérale sur l'assurance maladie LAMal ([http://www.admin.ch/ch/f/rs/c832\\_10.html](http://www.admin.ch/ch/f/rs/c832_10.html))
- Loi fédérale sur les stupéfiants et les substances psychotropes (LStup) ([http://www.admin.ch/ch/f/rs/c812\\_121.html](http://www.admin.ch/ch/f/rs/c812_121.html))
- Code pénal suisse (<http://www.admin.ch/ch/f/rs/3/311.0.fr.pdf>)
- Droit des patientes et patients à l'autodétermination (Schweiz Ärztezeitung. 2006 ; 87(03) :103-110)
- Loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain (Humanforschungsgesetz, HFG, <http://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20061313/201401010000/810.30.pdf>)
- Ordonnance sur les essais cliniques hors essais cliniques de dispositifs médicaux (OClin): <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/643/fr>
- [Ordonnance relative à la recherche sur l'être humain à l'exception des essais cliniques :](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/642/fr) <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2013/642/fr>
- Ordonnance sur les essais cliniques de dispositifs médicaux (OClin-Dim) : <https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/2020/553/fr>
- SGR-SSR Téléradiologie White Paper 2.0 ([Publications pour des experts - Schweizerische Gesellschaft für Radiologie \(sgr-ssr.ch\)](#))
- ESR white paper on teleradiology: an update from the teleradiology subgroup : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948905/>
- Ordonnance sur l'intégrité de la transparence dans le domaine des produits thérapeutiques (OITP<sub>Th</sub>) (du 10 avril 2019) : <https://www.bag.admin.ch/bag/de/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/itw-geldwerte-anreize/integr-transp-obligation.html>
- Directives médico-éthiques : Collaboration des professions de la santé avec l'industrie (2022) : [Directives médico-éthiques \(samw.ch\)](#)
- L'intelligence artificielle dans le quotidien médical » [20220914\\_fmh\\_brosch-ki\\_f.pdf](#)

## Éthique médicale

## Objectives d'apprentissage

- Connaître les notions de bases de l'éthique médicale Éthique
- Connaître l'éthique dans la recherche
- Connaître l'éthique dans la radiologie (ESR Code of Ethics)
- Connaître la prise de décision concernant la réanimation en cadre du droit de la protection de l'adulte
- Connaître l'éthique dans le cadre de la recherche au point de vue de loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain

## Sujets

- Connaître les notions de base : autonomie, dignité, intégrité, vulnérabilité
- Déclaration d'Helsinki
- Connaître les découvertes fortuites dans la recherche

## Bibliographie

- Loi fédérale relative à la recherche sur l'être humain (Humanforschungsgesetz, HFG)  
<https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20061313/index.html>
- Declaration of Helsinki 2010 (<https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>)
- ACR - "code of Ethics" Guidelines <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Governance/Code-of-Ethics.pdf> (seulement le chapitre 10)
- ESR Code of Ethics  
[http://www.myesr.org/cms/website.php?id=en/about\\_esr\\_ecr/about\\_esr\\_-\\_european\\_society\\_of\\_radiology/esr\\_code\\_of\\_ethics.htm](http://www.myesr.org/cms/website.php?id=en/about_esr_ecr/about_esr_-_european_society_of_radiology/esr_code_of_ethics.htm)
- Prise de position de swissethics: Directives concernant le traitement des découvertes fortuites dans la recherche médicale: <https://swissethics.ch/fr/themen/positionspapiere>
- Bonne vue d'ensemble :  
[https://swissethics.ch/doc/swissethics/manual\\_research\\_nov2015\\_f.pdf](https://swissethics.ch/doc/swissethics/manual_research_nov2015_f.pdf)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant la théorie scientifique et l'économie de la santé veuillez contacter :**

PD Dr. Katharina Martini,  
Radiologie, Hirslanden Klinik Zürich, Octorad AG  
[Katharina.Martini@hirslanden.ch](mailto:Katharina.Martini@hirslanden.ch)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant le droit et**



**l'éthique médicale veuillez contacter :**

Prof. Dr. med. Adrian Huber  
Radiologie und Nuklearmedizin, Luzerner Kantonsspital  
adrian.huber@luks.ch

## III. ANATOMIE

### Objectifs d'apprentissage

Les candidats doivent être capables de reconnaître et de nommer les structures anatomiques désignées sur les examens radiologiques. Ils doivent être en mesure de reconnaître des voies d'abord sûres pour les interventions guidées par l'imagerie.

### Sujets

Les candidats doivent connaître toutes les structures anatomiques visibles sur les modalités d'imagerie suivantes, y compris le système cardiovasculaire :

- Radiographies conventionnelles (incidences standard)
- Examens avec produits de contraste (radioscopie, angiographie)
- Tomodensitométrie (CT)
- Imagerie par résonance magnétique (IRM)
- Echographie
- Médecine nucléaire (connaissances de base)

Ils connaissent l'anatomie morphologique et topographique normale, y compris les principales variantes anatomiques.

Ils doivent également être en mesure de connaître l'emplacement de structures pathologiques visibles sur un examen radiologique.

Les candidats doivent pouvoir utiliser leurs connaissances en anatomie pour planifier des voies d'abord appropriées pour des interventions guidées par l'imagerie, en évitant des structures vitales.

### Bibliographie (ouvrages de référence)

- Weir J. and Abrahams PH. Imaging atlas of human anatomy. 6th edition. Ed. Elsevier, June 2020. Paperback ISBN: 9780702079269, eBook ISBN: 9780702081309
- Ryan S, McNicholas M, Eustace S. Anatomy for Diagnostic Imaging. WB Saunders 3rd Edition 2011, Paperback ISBN: 9780702029714, EAN: 9780702056222

### Apprentissage par problèmes/cas (ne couvre pas l'entier de la matière)

- Sadry F, Nidecker A, Hodler J. Röntgenanatomie, Radiological Anatomy, Anatomie Radiologique. Springer Verlag Heidelberg, 2006, eBook ISBN: 9783540309734

### Apprentissage sur Internet

- <https://www.imaios.com/de/e-Anatomy>

Pour les candidats de langue allemande

- Fleckenstein P., Trantum-Jensen J. Röntgenanatomie. Urban & Fischer / Elsevier, 2004, ISBN: 3437428640 (ISBN-13: 9783437428647)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'anatomie  
veuillez contacter :**

Prof. Dr. med. Andreas Christe,  
Universitätsinstitut für Diagnostische, Interventionelle und Pädiatrische Radiologie (DIPR)  
INSELGRUPPE, Bern  
[andreas.christe@insel.ch](mailto:andreas.christe@insel.ch)

# ANNEXE RADIOLOGIE

## IV.a. APPAREILLAGE/INFORMATIQUE

### 1. Appareillage

#### Objectifs d'apprentissage (excepté l'informatique)

##### Bases

- Connaître les conditions techniques qui déterminent la qualité de l'image
- Savoir expliquer le bruit d'image, la résolution spatiale et la résolution contraste
- Connaître les mécanismes d'acquisition de l'image
- Savoir expliquer l'interaction du rayonnement x avec le patient (atténuation, génération de rayonnement diffusé)
- Savoir appliquer le principe ALARA en radiologie médicale
- Connaître le principe et le fonctionnement des appareils techniques utilisés en radiologie médicale

##### Radiologie conventionnelle et fluoroscopie/radioscopie

- Savoir expliquer le fonctionnement du tube à rayons X (charge, type et capacité thermique d'anode)
- Connaître la configuration et les différents types d'installations (fixe, système d'arc en C, mobile, rayonnement pulsé)
- Connaître le but et l'application des grilles, filtres et diaphragmes
- Connaître la composition, la fonction, ainsi que les avantages et inconvénients de détecteurs plans

##### Mammographie

- Connaître les tubes à rayons X utilisés en mammographie
- Connaître les détecteurs utilisés en mammographie
- Savoir expliquer le fonctionnement de la tomosynthèse mammaire et en connaître les avantages et inconvénients

##### Tomodensitométrie computerisée/scanner (CT)

- Connaître la composition de l'appareillage
- Savoir expliquer le principe d'unités Hounsfield
- Savoir expliquer la production d'image et la reconstruction d'image
- Connaître la provenance technique des différents artefacts d'image

- Savoir appliquer les mesures de radioprotection
- Connaître le principe de l'imagerie à double énergie

### Echographie / Doppler

- Connaître la composition de l'appareillage
- Savoir expliquer le comportement des ondes acoustiques dans la matière
- Savoir expliquer la production et la réception des ondes acoustiques
- Connaître le principe de Doppler
- Connaître les produits de contraste utilisés en échographie
- Connaître l'imagerie harmonique

### Imagerie par résonance magnétique (IRM)

- Connaître la composition de l'appareillage
- Connaître les principes de l'imagerie par résonance magnétique et le principe de relaxation
- Savoir expliquer les effets des champs magnétiques et de la fréquence élevée sur les êtres vivants et dans l'environnement
- Connaître la production d'image et reconstruction d'image
- Connaître le contraste d'imagerie, la résolution spatiale, la force du signal et le bruit de l'image
- Savoir expliquer les espaces des k
- Connaître les séquences de base : (turbo) spin écho, écho de gradient
- Connaître les différents effets de flux (ARM par temps de vol, ARM après injection intraveineuse de sels de gadolinium)
- Savoir expliquer la provenance technique des artéfacts
- Connaître les bases de sécurité pour les produits gadolinés et le débit d'absorption spécifique
- Être familier avec la sécurité du patient et du personnel



## 2. Informatique

### Objectifs généraux d'apprentissage

- Connaître les bases techniques d'un ordinateur
- Connaître les principes de base d'images numériques et les opérations/transformations d'images qui en résultent
- Connaître les standards pour l'enregistrement et l'échange d'images médicales y compris leurs comptes rendus
- Connaître la structure d'un réseau et des protocoles de réseau souvent utilisés
- Être familier avec les bases de la sécurité informatique
- Connaître les concepts de sujets actuels et des tendances (compte rendu structuré, intelligence artificielle (machine learning/deep learning), cloud computing, téléradiologie).

### Sujets/chapitres

#### 1. Bases

- Composantes principales d'un ordinateur
- PC versus Remote Working
- Bases du traitement des données : Bit, Byte

#### 2. Images numériques

- Bases
  - Pixel, voxel, taille de pixel, longueur d'arête, matrice d'image, profondeur de bit, taille d'image
  - Résolution spatiale/netteté d'image, résolution échelle de gris/gamme de contraste
- Transformation d'image dans le but de représenter et analyser les images
  - Fenêtrage (« window width » et « window level »)
  - Représentation en 2D de données 3D, MPR, MIP, MinIP
  - Types d'images 3D spéciaux : angiographie 3D, ultrason 3D/4D, fusion 3D : PET/CT et PET/IRM

#### 3. Standards pour l'enregistrement et l'échange de données médicales

- Définitions et bases de DICOM et HL7
- Comment est-ce que DICOM e HL7 interagissent ?

#### 4. Réseaux et protocoles de transfert

- Définition d'un réseau
- Protocoles de réseau fréquemment utilisés (TCP/IP)
- Les principes de base de la sécurité des réseaux (firewall, antivirus)

#### 5. Santé numérique – Sujets actuels et tendances

- Intelligence artificielle
  - Définition et concepts
  - Qu'est-ce l'intelligence artificielle ?
  - Quelles sont les différences entre machine et deep learning ?
  - Quelles sont les possibilités d'utilisation des systèmes de détection automatique (CAD) ?
- Téléradiologie
  - Concepts de télémédecine et téléradiologie
  - Cadre organisationnel
- Radiomics
  - Principes et fonction

## Bibliographie (Appareillage et informatique)

### Bases :

- Huda W. Review of Radiologic Physics. Wolters Kluwer, Lippincott Williams & Wilkins, 4th edition, 2016

### Radiologie conventionnelle / détecteurs plans :

- Pooley RA, McKinney JM, Miller DA. The AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Digital Fluoroscopy. RadioGraphics 2001; 21:521-534
- Körner M, Weber CH, Wirth S, Pfeifer KJ, Reiser MF, Treitl M. Advances in digital radiography: physical principles and system overview. Radiographics. 2007; 27: 675-86
- Nickoloff EL. AAPM/RSNA physics tutorial for residents: physics of flat-panel fluoroscopy systems: Survey of modern fluoroscopy imaging: flat-panel detectors versus image intensifiers and more. Radiographics. 2011 Mar-Apr;31(2):591-602. doi: 10.1148/rg.312105185.

### Mammographie

- Mahesh M. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Digital Mammography: An Overview. RadioGraphics 2004; 24:1747-1760
- Tirada N, Li G, Dreizin D, Robinson L, Khorjekar G, Dromi S, Ernst T. Digital Breast Tomosynthesis : Physics, Artifacts, and Quality Control Considerations. RadioGraphics 2019; 39: 413-426

### Echographie

- Revzin MV, Imanzadeh A, Menias C et al. Optimizing image quality when evaluating blood flow at Doppler US:. RadioGraphics 2019; 39(5): 1501-1523
- Hangiandreaou N. AAPM/RSNA Physics Tutorial for Residents: Topics in US: B-mode US: Basic Concepts and New Technology. RadioGraphics 2003; 23: 1019-1033

- Baad M, Lu ZF, Reiser I, Paushter D. Clinical significance of US artifacts. RadioGraphics 2017;37:1408-1423

## CT

- Barrett JF, KEat N. Artifacts in CT: Recognition and Avoidance. RadioGraphics 2004; 24: 1679-1691
- Rajiah P, Prakh A, Kay F, Baruah D, Kambadakoe AR, Leng S. Update on multienergy CT: Physics, principles, and applications. RadioGraphics 2020;40:1284-1308
- McCollough CH, Bruesewitz MR, Kofler JM. CT Dose Reduction and Dose Management Tools: Overview of Available Options. RadioGraphics 2006; 26: 503-512
- Schilham A, van der Molen AJ, Prokop M, de Jong HW. Overranging at multisection CT: an underestimated source of excess radiation exposure. RadioGraphics 2010;30:1057-1067
- Kaza RK, Platt JF, Goodsitt MM et al. Emerging Techniques for dose optimization in abdominal CT. RadioGraphics 2014;34:4-17
- Cody DD, Mahesh M. AAPM/RSNA physics Tutorial for Residents. Technologic advances in multidetector CT with a focus on cardiac imaging. RadioGraphics 2007;27:1829-1837
- Seyal AR, Arslanoglu A Abboud SE et al. CT of the abdomen with reduced tube voltage in adults : A practical approach. RadioGraphis 2015; 25:1922-1939

## IRM

- Kastler G, Vetter D, Patay Z, Germain P. Comprendre l'IRM. Manuel d'auto-apprentissage. 8ème édition 2018. Elsevier Masson
- Weishaupt, Köchli, Marincek. How does MRI work? Springer, 2006
- <https://www.magnetomworld.siemens-healthineers.com/publications/mr-basics>  
(les trois chapitres aimants, spins, résonance, flux, artéfacts et glossaire IRM)
- Kanal E, Barkovich AJ, Bell C, et al. ACR Guidance Document on MR Safe Practices: AJR 2007; 188 (6): 1447-74

## Informatique

- Chapitre 1:
  - Indrajit I, Alam A. Computer hardware for radiologists: Part I. Indian J Radiol Imaging. 2010 Aug;20(3):162-7. doi: 10.4103/0971-3026.69346. PMID: 21042437; PMCID: PMC2963745. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2963745/>)
- Chapitre 2:
  - Agrawal JP, Erickson BJ, Kahn CE Jr. Imaging Informatics: 25 Years of Progress. Yearb Med Inform. 2016 Jun 30;Suppl 1(Suppl 1):S23-31. doi: 10.15265/IYS-2016-s004. PMID: 27362590; PMCID: PMC5171495. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5171495/>)

- Perandini S, Faccioli N, Zaccarella A, Re T, Mucelli RP. The diagnostic contribution of CT volumetric rendering techniques in routine practice. *Indian J Radiol Imaging*. 2010 May;20(2):92-7. doi: 10.4103/0971-3026.63043. PMID: 20607017; PMCID: PMC2890933.
- Chapitre 3:
  - Agrawal JP, Erickson BJ, Kahn CE Jr. Imaging Informatics: 25 Years of Progress. *Yearb Med Inform*. 2016 Jun 30;Suppl 1(Suppl 1):S23-31. doi: 10.15265/IYS-2016-s004. PMID: 27362590; PMCID: PMC5171495.  
(<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5171495/>)
- Chapitre 4:
  - Pant R. Computer networks in radiology: An introduction. *Indian J Radiol Imaging*. 2009 Oct-Dec;19(4):318-21. doi: 10.4103/0971-3026.57219. PMID: 19881114; PMCID: PMC2797750. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2797750/>)
- Chapitre 5:
  - Intelligence artificielle/Machine Learning/Deep Learning
    - European Society of Radiology (ESR). What the radiologist should know about artificial intelligence - an ESR white paper. *Insights Imaging*. 2019 Apr 4;10(1):44. doi: 10.1186/s13244-019-0738-2. PMID: 30949865; PMCID: PMC6449411. (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6449411/>)
    - Montagnon, E., Cerny, M., Cadrin-Chênevert, A., Hamilton, V., Derennes, T., Ilinca, A., Vandenbroucke-Menu, F., Turcotte, S., Kadoury, S., & Tang, A. (2020). Deep learning workflow in radiology: a primer. *Insights into Imaging*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/S13244-019-0832-5>
  - Téléradiologie
    - <https://sgr-ssr.ch/wp-content/uploads/2020/02/SGR-SSR-White-Paper-Teleradiologie-2.0-DE.pdf>
  - Radiomics
    - van Timmeren, J. E., Cester, D., Tanadini-Lang, S., Alkadhi, H., & Baessler, B. (2020). Radiomics in medical imaging—“how-to” guide and critical reflection. *Insights into Imaging*, 11(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/S13244-020-00887-2>
    - McCague, C., Ramlee, S., Reinius, M., Selby, I., Hulse, D., Piyatissa, P., Bura, V., Crispin-Ortuzar, M., Sala, E., & Woitek, R. (2023). Introduction to radiomics for a clinical audience. *Clinical Radiology*, 78(2), 83–98. <https://doi.org/10.1016/J.CRAD.2022.08.149>

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'appareillage CT, US, mammographie et fluoroscopie veuillez contacter :**

Prof. Sabine Schmidt Kobbe,  
CHUV, département de radiologie

[Sabine.Schmidt@chuv.ch](mailto:Sabine.Schmidt@chuv.ch)



**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'IRM veuillez contacter :**

Prof Matthias Stuber  
CHUV, département de radiologie  
[Matthias.Stuber@chuv.ch](mailto:Matthias.Stuber@chuv.ch)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'informatique veuillez contacter :**

PD Dr Andreas Hötter  
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
[Andreas.Hoetker@usz.ch](mailto:Andreas.Hoetker@usz.ch)

# V.a. SCIENCES DE BASE D'UTILITÉ RADIOLOGIQUE

## Pharmacologie/Réanimation

### But

Connaître les médicaments utilisés en radiologie de manière générale en considérant spécifiquement les produits de contraste. Un accent particulier est mis sur la prévention et le traitement des réactions secondaires à l'administration des produits de contraste ainsi que la connaissance des médicaments les plus couramment utilisés dans la thérapie de la douleur guidée par l'imagerie. Finalement, la connaissance des principes fondamentaux de la réanimation et les mesures à prendre en cas d'urgence médicale sont nécessaires.

### Sujets

1. Connaissance approfondie des médicaments fréquemment utilisés ou à prendre en compte en radiologie, y compris tous les médicaments d'urgence (y compris les antidotes):
  - analgésiques,
  - anesthésiques locaux,
  - propofol,
  - benzodiazépines (midazolam, diazépam),
  - adrénaline,
  - $\beta$ -bloquants (esmolol, metoprolol),
  - atropine,
  - H1-antihistaminiques,
  - corticostéroïdes (systémiques et locaux),
  - médicaments pour la thyroïde (thyrostatiques, lévothyroxine),
  - dérivés nitrés,
  - furosémide,
  - antiasthmatiques (oxygène, salbutamol),
  - spasmolytiques (butylscopolamine, glucagon),
  - médicaments agissant sur l'appareil digestif (métoclopramide, laxatifs),
  - anticoagulants (héparine, warfarine, anticoagulant oral directe),
  - thrombolytiques (acide acétylsalicylique, clopidrogel, fibrinolytiques),
  - metformine,
  - solutions pour perfusion
2. Produits de contraste utilisés en radiologie, en IRM et en échographie
3. Prévention et traitement des réactions aux produits de contraste en tenant compte des recommandations de l'ESUR.
4. Maîtriser la prise en charge de situations d'urgences et les bases de la réanimation

## Bibliographie recommandée

Ouvrages de pharmacologie générale :

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: [https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/ESUR-Guidelines-10\\_0-Final-Version.pdf](https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/ESUR-Guidelines-10_0-Final-Version.pdf)
- Soar J, Boettiger BW, Carli P et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. Resuscitation 161(2021) 115 – 151. Possiblement également accessible par <http://www.erc.edu>
- Olasveengen TM, Semeraro F, Ritagon G, et al. European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 161(2021) 98 – 114. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>
- Informations sur les médicaments - <https://www.swissmedicinfo.ch/> (pour les groupes de substances décrites ci-dessus)
- Script du cours de préparation à l'examen (J. Fröhlich)

**Pour des questions concernant la bibliographie s'adresser à :**

Dr. John Fröhlich,  
KlusLab, Witikonstr. 115, 8032 Zürich  
[john.froehlich@kluslab.ch](mailto:john.froehlich@kluslab.ch)

## Technique de rapport et critères de qualité

### Objectifs d'apprentissage

Connaissances des principales mesures d'assurance qualité en radiologie, en particulier les directives, Appropriateness Criteria, la classification et l'évaluation des différentes formes d'efficacité/efficience des examens et interventions en radiologie.

### Sujets

- En prenant l'exemple des Appropriateness Criteria de l'American College of Radiology : But, élaboration et contenu général des « Appropriateness Criteria ».
- Efficacité en imagerie: définition et signification des différents niveaux d'efficacité selon Thornbury, Les problèmes de mesures d'efficacité en radiologie ainsi que les solutions.
- Concept et principes de la médecine basée sur les preuves « evidence-based ».
- Principes fondamentaux de l'amélioration de la qualité., Standard Operating Procedure
- Standardized reporting: Reporting and Data Systems; De quoi s'agit-il ? À quoi cela est-il utile ?
- Mesures pour augmenter la qualité des comptes rendus (en particulier le compte rendu structuré)

## Bibliographie

- ACR Standards. American College of Radiology, American College of Radiology, 1891 Preston White Drive. Reston, VA20191, USA. (Die Daten sind erhältlich unter [www.acr.org](http://www.acr.org))
- ACR Appropriateness Criteria™: <http://www.acr.org/Quality-Safety/Appropriateness-Criteria>
  - “Terms and Conditions”
  - “Overview”
  - “Evidence Table Development – Diagnostic Studies”
  - “Technical standards of the ACR” <https://www.acr.org/Clinical-Resources/Practice-Parameters-and-Technical-Standards>
  - RADS: <http://www.acr.org/Quality-Safety/RADS>
- Thornbury JR. Intermediate Outcomes: Diagnostic and Therapeutic Impact. Acad Radiol 1999;6 (suppl 1). S58-S65
- Nobel, J.M., Kok, E.M. & Robben, S.G.F. Redefining the structure of structured reporting in radiology. Insights Imaging 11, 10 (2020). <https://doi.org/10.1186/s13244-019-0831-6>
- European Society of Radiology (ESR). ESR paper on structured reporting in radiology. Insights Imaging 9, 1–7 (2018). <https://doi.org/10.1007/s13244-017-0588-8>

**Pour les questions relatives à la technique de rapport et critères de qualité, merci de contacter:**

PD Dr. Katharina Martini,  
USZ, Institut für Diagnostische und Interventionelle Radiologie  
[Katharina.Martini@usz.ch](mailto:Katharina.Martini@usz.ch)



# ANNEXE MÉDECINE NUCLÉAIRE

## IV.b. APPAREILLAGE / INFORMATIQUE / RADIOPHARMACIE

### 1. Appareillage

#### Sujets

#### Technique de mesure :

- Composition et propriétés des détecteurs à scintillation et autres détecteurs
- Spectromètres gamma, Compteur Geiger, Multiplicateur d'électrons, photomultiplicateurs
- Activimètre, installations de mesure in vivo/in vitro (détecteur de type trou percé)

#### Gammacaméra, SPECT et SPECT/CT

- Structure et propriétés d'une gammacaméra
- Collimateurs (types, propriétés, champs d'utilisation...)
- Acquisition d'images (statique, dynamique, résolution, qualité de l'image, artéfacts...)
- SPECT (principe physique, acquisition, gated SPECT, résolution, sinogrammes, artéfacts...)
- Traitement/reconstruction (réprojection filtrée, reconstruction itérative, correction d'atténuation)
- Filtres (bases physiques, types, propriétés...)

#### Tomographie par émission de positons (PET/CT et PET/MR)

- Caméra PET/CT (composition, propriétés techniques et paramètres de performance)
- Caméra PET/MR (principes concernant la configuration de l'appareil et des problèmes relatifs à la correction d'atténuation)
- Correction d'atténuation, algorithmes de reconstruction, traitement des images, filtres (cf. section SPECT)

CT : principes physiques, techniques

Echographie : principe et technique de l'échographie cervicale (thyroïde et tissus mous)

#### Contrôles de qualité

- Bases légales
- Contrôles et fréquence

- Contrôles spécifiques du SPECT-CT
- Contrôles spécifiques du PET-CT

## Bibliographie

- Directives de l'OFSP concernant les contrôles de qualité (L-09-01, L-09-02, L-09-04) :  
<https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>
- Directive de l'OFSP sur le contrôle de la qualité des tomodensitomètres (R-08-08)
- <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesetze-und-bewilligungen/gesuche-bewilligungen/bewilligungen-aufsicht-im-strahlenschutz/wegleitungen.html>
- Gopal B. Saha: Physics and Radiobiology of Nuclear Medicine, 4<sup>th</sup> edition, Springer-Verlag, 2013. ISBN-10: 1461440114
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 313118504X
- Janis P. O'Malley, Harvey A. Ziessman: Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites; 5th edition, Elsevier, 2020.
- M. Hofer: Ultrasound Teaching Manual, 4th edition, Thieme, 2020 (e-Book).
- M. Hofer: CT Teaching Manual, 5th edition, Thieme, 2021 (e-Book).
- IAEA Human Health series 27: PET/CT atlas on quality control and image artifacts;  
<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1642web-16821314.pdf>
- Disselhorst JA, Bezrukov I, Kolb A, Parl C, Pichler BJ. Principles of PET/MR Imaging. J Nucl Med. 2014; 55 No. 6 (Suppl. 2)

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'appareillage en médecine nucléaire veuillez contacter :**

Prof. Dr. med. Gerhard Goerres  
Campusradiologie Bern

Engeriedspital  
Riedweg 15  
Postfach CH-3001  
Bern  
[gerhard.goerres@lindenhofgruppe.ch](mailto:gerhard.goerres@lindenhofgruppe.ch)

## 2. Informatique

### Sujets

#### Architecture d'un ordinateur

- les composants principaux d'un ordinateur
- les différents types d'encodage de l'information : Bit, Byte

#### Images digitales : propriétés fondamentales

- Images digitales : propriétés fondamentales, matrice, pixel, voxel, résolution spatiale et en niveau de gris (bit depth), relation entre les paramètres d'acquisition, le bruit et le contraste, mémoire requise
- Algorithmes de reconstruction fréquemment utilisés et leurs propriétés
- Analyse et affichage des images : les principaux formats d'images, la compression des images, l'affichage et le fenêtrage ("window and level"), l'imagerie 3D
- Réseaux et protocoles de transfert : internet, intranet et les barrières de protection ("Firewall"), le standard DICOM
- PACS ("picture archiving and communicating system") : les différents composants d'un PACS, le RIS ("radiological information system") et de HIS ("hospital information system"), optimisation du flux d'images («workflow»)

### Bibliographie

- The DICOM standard, Part 1: Introduction and Overview, Chapter 1 "Scope and Field of Application": <https://www.dicomstandard.org/current>
- Larobina M, Murino L. Medical image file formats. J Digit Imaging. 2014;27(2):200-206.
- Volume Rendering versus Maximum Intensity Projection in CT Angiography: What Works Best, When, and Why. Fishman EK, Ney DR, Heath DG, Corl FM, Horton KM, Johnson PT. RadioGraphics 2006; 26: 905-922

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant l'appareillage en médecine nucléaire veuillez contacter :**

Dr. Stefan Kneifel,  
Nuklearmedizin Kantonsspital Graubünden  
[stefan.kneifel@ksgr.ch](mailto:stefan.kneifel@ksgr.ch)

### 3. Radiopharmacie

#### Objectifs

- Connaître les techniques de production des radioisotopes utilisés en médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique
- Connaître le principe de fonctionnement du générateur  $^{99}\text{Mo}/^{99\text{m}}\text{Tc}$  et les caractéristiques de son élution
- Connaître les caractéristiques des radiopharmaceutiques (production, contrôle qualité) les plus fréquemment utilisés en médecine nucléaire conventionnelle (préparation à partir de kit)
- Connaître les caractéristiques des radiopharmaceutiques les plus importants utilisés en tomographie par émission de positons (PET)
- Connaître les principaux radiopharmaceutiques et radioisotopes utilisés en thérapie
- Connaître les principes d'une approche thérapeutique individualisée basée sur une imagerie diagnostique adaptée (« theranostics »)

#### Sujets

##### Radioisotopes :

- Production des radioisotopes (produits de cyclotron, des réacteurs, des générateurs)
- Emetteurs gamma, Beta+, Beta- et Alpha

##### Radiopharmaceutique :

- Définition
- Pureté radiochimique, rendement de marquage
- Biocinétique, biodistribution, métabolisation, élimination
- demi-vies biologique et effective
- Contrôles de qualité *in vivo* et *in vitro*

##### Radiopharmaceutiques à visée diagnostique :

- Phosphonates
- MIBI, Tetrofosmine
- $\text{MAG}_3$ , DTPA, DMSA
- ECD, HMPAO
- Colloïdes
- Ioflupane (DatSCAN®)
- $^{123}\text{I}$
- Pertechnétate ( $^{99\text{m}}\text{Tc}$ )
- MAA, radiopharmaceutiques à inhaler
- MIBG, octréotide

- HIDA
- anticorps anti-granulocytes
- Marquage de cellules sanguines

#### Radiopharmaceutiques utilisés en tomographie par émission de positons :

- 2-Fluoro-2-desoxyglucose ( $^{18}\text{F}$ -FDG)
- $^{18}\text{F}$ -Choline
- Fluoroethyltyrosine ( $^{18}\text{F}$ -FET)
- $^{18}\text{F}$ -DOPA
- Analogues de la somatostatine radiomarqués au  $^{68}\text{Ga}$
- $^{68}\text{Ga}$ -PSMA-11 /  $^{18}\text{F}$ -PSMA-1007
- Émetteur de positon à demi-vie courte ( $^{15}\text{O}$ ,  $^{13}\text{N}$ ,  $^{82}\text{Rb}$ ,  $^{11}\text{C}$ )

#### Radiopharmaceutiques / radioisotopes utilisés en thérapie :

- $^{131}\text{I}$
- $^{90}\text{Y}$ ,  $^{186}\text{Re}$ -HEDP,  $^{169}\text{Er}$ ,  $^{177}\text{Lu}$ -DOTA-Peptide,  $^{177}\text{Lu}$ -PSMA
- $^{89}\text{Sr}$ ,  $^{153}\text{Sm}$ -EDTMP
- $^{223}\text{RaCl}_2$
- Ho-166-PLA

#### Dispositions légales :

- Effet, aptitude, produits radiopharmaceutiques enregistrés

## Bibliographie

- Gopal B. Saha: Fundamentals of Nuclear Pharmacy, 7<sup>th</sup> Edition, 2018. ISBN 978-3-319-57579-7
- EANM guidelines: <http://www.eanm.org/publications/guidelines>
- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 978-3-13-118504-4
- Janis P. O'Malley, MD, Harvey A. Ziessman, MD and James H. Thrall, MD: Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites, 5th Edition, 2020. ISBN 978-0-32-353037-8
- Renseignements de l'OFSP concernant les applications des rayonnements en médecine nucléaire : <https://www.bag.admin.ch/bag/fr/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/strahlung-radioaktivitaet-schall/strahlenanwendungen-in-der-medizin/strahlenanwendungen-in-der-nuklearmedizin.html>

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant la radiopharmacie veuillez contacter :**

PD Dr. Michael Wissmeyer



Nuklearmedizin Stadtspital Triemli

<mailto:MichaelPeter.Wissmeyer@triemli.zuerich.ch>

Guillaume Nicolas

Nuklearmedizin Universitätsspital Basel

[guillaume.nicolas@usb.ch](mailto:guillaume.nicolas@usb.ch)

## V.b. CONNAISSANCES DE BASE

### 1. Connaissances de bases (biocinétique, épidémiologie)

#### Objectifs

- Connaître les principes physiologiques et physiopathologiques élémentaires sur lesquels s'appuient les examens de médecine nucléaire
- Connaître l'épidémiologie des maladies pour lesquelles la médecine nucléaire joue un rôle important, diagnostique et/ou thérapeutique
- Ces notions englobent la médecine adulte et pédiatrique

#### Sujets

##### Physiologie et physiopathologie

- Système ostéoarticulaire
- Système respiratoire
- Système cardio-vasculaire et cérébro-vasculaire
- Endocrinologie
- Système gastro-intestinal
- Récepteurs du système nerveux central (Dopamine, GABA)
- Appareil uro-génital et système rénine-angiotensine

##### Oncologie

- Incidence, prévalence
- Epidémiologie
- Staging
- Radiotraceurs tumoraux spécifiques et non spécifiques
- Thérapies (adaptées au stade de la maladie)

##### Immunologie

- Immunoglobulines : types et sous-types
- Biocinétique
- Immunoscintigraphie / radioimmunothérapie : bases et principes

##### Bibliographie

- Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T.: Nuklearmedizin; Thieme Verlag, 2008. ISBN 978-3-13-118504-4
- Janis P. O'Malley, MD, Harvey A. Ziessman, MD and James H. Thrall, MD: Nuclear Medicine and Molecular Imaging: The Requisites, 5th Edition, 2020. ISBN 978-0-32-353037-8



- Guidelines der Europäischen Gesellschaft für Nuklearmedizin:  
<http://www.eanm.org/publications/guidelines>
- Guidelines de l'EANM: <http://www.eanm.org/publications/guidelines>

**En cas de questions relatives à la disponibilité des sources citées concernant la radiopharmacie veuillez contacter :**

PD Dr. Dorothee Hillen,

MRI Zürich

[dhillen@mri-roentgen.ch](mailto:dhillen@mri-roentgen.ch)



## 2. Pharmacologie

### Objectifs

- Connaissance des principaux médicaments utilisés dans le diagnostic et la thérapie en médecine nucléaire. Notamment les médicaments qui peuvent être utilisés pour la prémédication des examens de médecine nucléaire ou pour le traitement des effets secondaires courants des thérapies de médecine nucléaire.
- Connaître les interactions médicamenteuses possibles avec les radiopharmaceutiques utilisés en médecine nucléaire diagnostique et thérapeutique
- Connaître les produits de contraste fréquemment utilisés en radiologie (CT et IRM), la préparation pour les patients allergiques, les mesures à prendre en cas d'effets secondaires survenus suite à l'administration d'un produit de contraste.
- Connaître l'effet de divers traitements médicamenteux sur la qualité d'image et la performance diagnostique des examens diagnostiques en médecine nucléaire

### Sujets

#### 1. Les médicaments utilisés dans le cadre du diagnostic et de la thérapie en médecine nucléaire

- analgésiques,
- anesthésiques locaux,
- benzodiazépines (midazolam, diazépam),
- adrénaline,
- $\beta$ -bloquants
- atropine,
- H1-antihistaminiques,
- corticostéroïdes (systémiques et locaux),
- médicaments pour la thyroïde (thyrostatiques, lévothyroxine, rhTSH),
- dérivés nitrés,
- furosémide,
- antiasthmatiques (entre autres oxygène, salbutamol),
- spasmolytiques (n-hyoscine, glucagon),
- médicaments agissant sur l'appareil digestif (anti-émétiques, laxatives),
- anticoagulants (héparine, warfarine, anticoagulant oral directe),
- thrombolytiques (acide acétylsalicylique, clopidogrel, fibrinolytiques),
- antidiabétiques oraux, préparations à base d'insuline
- solutions pour perfusion

Pour les classes de substances mentionnées, connaissance des propriétés de base, des indications et contre-indications, des effets et des effets secondaires

#### 2. Interactions médicamenteuses

- Interactions médicamenteuses lors de scintigraphie à la méta-iodo-benzyl-guanidine (MIBG)
- Médicaments influençant la captation thyroïdienne de l'iode
- Interactions médicamenteuses dans l'imagerie du système dopaminergique

### 3. Caractéristiques générales des produits de contraste utilisés au CT :

- Pharmacocinétique
- Contre-indications et précautions d'emploi
- Tolérance et effets secondaires
- Interactions avec d'autres médicaments

### 4. Prévention et traitement des réactions aux produits de contraste

- Principe général de l'anaphylaxie et de la toxicité
- Symptomatologie : apparition de la réaction, classification de la gravité, fréquence
- Physiopathologie
- Information au patient, prévention, classification de risque et anamnèse
- Suivi du patient
- Recommandations

### 5. Conduite à tenir en situation d'urgence et bases de la réanimation

## Bibliographie

Ouvrages généraux de médecine nucléaire (p. ex. Kuwert T., Grünwald F., Haberkorn U., Krause T. : Nuklearmedizin ; Thieme Verlag, 2007. ISBN 978-3-13-118504-4) ainsi que des livres généraux de pharmacologie, (p. ex. Lüllmann H. et al : Pocket atlas of pharmacology. Stuttgart, New York : Thieme Publishers, 2017 / ISBN 9783132410657 ; 5th edition, disponible en français) ainsi que :

- European Society of Urogenital Radiology (ESUR) Guidelines on administering contrast media: [https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/ESUR-Guidelines-10\\_0-Final-Version.pdf](https://www.esur.org/wp-content/uploads/2022/03/ESUR-Guidelines-10_0-Final-Version.pdf)
- Soar J, Boettiger BW, Carli P et al.: European Resuscitation Council Guidelines 2021: Adult advanced life support. Resuscitation 161(2021) 115 – 151. Peut être trouvé aussi sous <http://www.erc.edu>
- Olasveengen TM , Semeraro F, Ristagno G et al. : European Resuscitation Council Guidelines 2021: Basic Life Support. Resuscitation 161(2021) 98 – 114. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.009>
- Informations sur les médicaments - <https://www.swissmedicinfo.ch/> (pour les groupes de substances décrites ci-dessus)
- Dodd A, Hughes A, Sargant N et al.: Evidence updated for the treatment of anaphylaxis. Resuscitation 163(2021) 86-96.

**Pour des questions concernant la pharmacologie s'adresser à :**

Dr. Ole Maas,  
Kantonsspital St. Gallen,  
[olechristopher.maas@kssg.ch](mailto:olechristopher.maas@kssg.ch)