

Traceurs TEP utilisés en pratique clinique en Europe

Document de référence pratique — Pharmacocinétique • Indications • Théranostique

Objet du document. Ce document présente la liste des traceurs TEP (tomographie par émission de positons) utilisés en pratique clinique européenne, qu'ils bénéficient d'une AMM centralisée EMA, d'une AMM nationale (ANSM, AFMPS, AIFA, Swissmedic, HAS) ou d'une production hospitalière encadrée (préparation magistrale). Il inclut également les agents théranostiques utilisés en imagerie de sélection et en radioligand thérapie.

Périmètre

Traceurs commercialisés ou utilisés en pratique clinique européenne, couvrant : AMM EMA centralisée, AMM nationale, production hospitalière encadrée. Les traceurs strictement de recherche sont signalés comme tels.

Référentiels

EANM/SNMMI guidelines (2018-2024) + SFMN (pratique française) + EMA EPAR + Swissmedic + HAS + AFMPS (Belgique).

Organisation du document

- Annexe — Sigles, acronymes et abréviations.
- Tableau 1 — Liste alphabétique des traceurs avec dose, préparation, délai et indications.
- Tableau 2 — Liste par indication clinique / pathologie principale.
- Tableau 3 — Paires théranostiques (diagnostique + thérapeutique).
- Notes pratiques — Règles transversales (jeûne, hydratation, délais, théranostique).

Statut des traceurs — légende

| Statut | Définition |
|--------------------------|--|
| AMM EMA | AMM européenne centralisée (couvre l'UE/EEE). |
| AMM nationale | AMM nationale dans au moins un État UE/EEE/CH (disponibilité variable selon pays). |
| Préparation hospitalière | Préparation magistrale encadrée / usage clinique établi sans AMM EMA centralisée. |
| Recherche | Essais cliniques, accès compassionnel, programmes académiques. |

Limite de l'AMM EMA centralisée. Pour les produits à AMM centralisée, l'autorisation couvre l'UE/EEE, mais la commercialisation effective et le remboursement restent nationaux. Plusieurs traceurs largement utilisés en pratique européenne (PSMA-1007, FET, FAPI, certains DOTATATE) ne disposent que d'AMM nationales ou de préparations magistrales encadrées. Leur usage est légal et standardisé mais varie selon les États membres.

Annexe — Sigles, acronymes et abréviations

Document valable dans l'ensemble de l'UE / EEE / Suisse — références européennes et nationales.

| Sigle | Signification | Catégorie |
|------------|--|-----------------------------|
| EMA | European Medicines Agency — Agence européenne du médicament. | Autorité |
| EPAR | European Public Assessment Report — Rapport public d'évaluation EMA. | Document EMA |
| EEE | Espace économique européen — UE + Islande, Liechtenstein, Norvège. | Cadre |
| AMM | Autorisation de mise sur le marché. | Cadre |
| RCP | Résumé des caractéristiques du produit. | Document |
| AFMPS | Agence fédérale des médicaments et produits de santé (Belgique). | Autorité (BE) |
| HAS | Haute Autorité de santé (France). | Autorité (FR) |
| ANSM | Agence nationale de sécurité du médicament (France). | Autorité (FR) |
| BfArM | Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (Allemagne). | Autorité (DE) |
| AIFA | Agenzia Italiana del Farmaco (Italie). | Autorité (IT) |
| AEMPS | Agencia Española de Medicamentos y Productos Sanitarios (Espagne). | Autorité (ES) |
| Swissmedic | Autorité suisse d'autorisation et de surveillance des produits thérapeutiques. | Autorité (CH) |
| MHRA | Medicines and Healthcare products Regulatory Agency (Royaume-Uni). | Autorité (UK) |
| INAMI | Institut national d'assurance maladie-invalidité (Belgique). | Remboursement (BE) |
| EANM | European Association of Nuclear Medicine — société savante européenne. | Société savante |
| SNMMI | Society of Nuclear Medicine and Molecular Imaging (USA). | Société savante |
| SFMN | Société française de médecine nucléaire. | Société savante (FR) |
| IAEA | International Atomic Energy Agency — agence internationale. | Organisation internationale |
| TEP | Tomographie par émission de positons. | Modalité |
| PET | Positron Emission Tomography — équivalent anglophone de TEP. | Modalité |
| TEP/TDM | TEP couplée à une tomodensitométrie (CT). | Modalité |
| SPECT | Single-Photon Emission Computed Tomography. | Modalité |
| MIBI | Méthoxy-isobutyl-isonitrile (^{99m} Tc-MIBI). | Traceur SPECT |
| RLT | Radioligand Therapy — radiothérapie interne vectorisée. | Thérapeutique |
| PRRT | Peptide Receptor Radionuclide Therapy. | Thérapeutique |
| PSMA | Prostate-Specific Membrane Antigen — cible théranostique de la prostate. | Cible |
| SSTR | Somatostatin Receptor — cible théranostique des TNE. | Cible |
| FAP | Fibroblast Activation Protein — cible stromale émergente (FAPI). | Cible (recherche) |
| GRPR | Gastrin-Releasing Peptide Receptor. | Cible (recherche) |
| CXCR4 | Chemokine Receptor type 4. | Cible (recherche) |
| NIS | Sodium-Iodide Symporter — cible de l'iode radioactif. | Cible |
| mCRPC | metastatic Castration-Resistant Prostate Cancer. | Pathologie |
| TNE | Tumeur neuroendocrine. | Pathologie |
| NET | Neuroendocrine Tumour — équivalent anglophone de TNE. | Pathologie |
| GEP-NET | Gastro-Entero-Pancreatic Neuroendocrine Tumour. | Pathologie |
| CHC / HCC | Carcinome hépatocellulaire. | Pathologie |
| CUP | Cancer of Unknown Primary — métastases d'origine inconnue. | Pathologie |
| FTD | Frontotemporal Dementia — démence fronto-temporale. | Pathologie |
| MCI | Mild Cognitive Impairment — trouble cognitif léger. | Pathologie |
| DLB | Dementia with Lewy Bodies — démence à corps de Lewy. | Pathologie |

| Sigle | Signification | Catégorie |
|------------------------|---|--------------------------|
| FUO | Fever of Unknown Origin — fièvre prolongée inexpiquée. | <i>Pathologie</i> |
| LVAD | Left Ventricular Assist Device. | <i>Dispositif</i> |
| MBq | Mégabecquerel — unité d'activité radioactive (1 MBq = 10 ⁶ désintégrations/s). | <i>Unité</i> |
| T_{1/2} | Période physique du radionucléide (demi-vie). | <i>Pharmacocinétique</i> |
| SUV | Standardized Uptake Value — fixation standardisée. | <i>Quantification</i> |
| DFG | Débit de filtration glomérulaire. | <i>Biologie</i> |
| NFS | Numération formule sanguine. | <i>Biologie</i> |
| VISION | Essai pivot ayant conduit à l'AMM EMA du ¹⁷⁷ Lu-PSMA-617 (Pluvicto®). | <i>Essai clinique</i> |
| NETTER-1 | Essai pivot ayant conduit à l'AMM EMA du ¹⁷⁷ Lu-DOTATATE (Lutathera®). | <i>Essai clinique</i> |
| PSMAfore | Essai évaluant le ¹⁷⁷ Lu-PSMA-617 en pré-taxane ; extension EMA retirée en 2026. | <i>Essai clinique</i> |

Tableau 1 — Liste alphabétique des traceurs

Doses, délais et préparations conformes aux guidelines EANM/SNMIMI (2018-2024). La demi-vie ($T_{1/2}$) est indiquée dans la première colonne.

| Traceur / Statut | Dose adulte | Préparation patient | Délai | Indications principales |
|---|-----------------------------------|---|---|--|
| Acétate [^{11}C] $T_{1/2}$ 20 min <i>Préparation hospitalière</i> | 5–10 MBq/kg (typ. 550–740 MBq) | Pas de préparation systémique standardisée ; jeûne souvent demandé localement. | Acquisition très précoce (5–15 min après injection). | Hépatocarcinome bien différencié, prostate (usage historique), tumeurs à métabolisme lipidique. Cyclotron sur site requis. <i>Note : Traceur ^{11}C — disponibilité limitée aux centres avec cyclotron sur site.</i> |
| Ammoniaque [^{13}N] $^{13}\text{NH}_3$ $T_{1/2}$ 10 min <i>Préparation hospitalière</i> | 10–20 MBq/kg (typ. 740 MBq) | Jeûne 4–6 h. Arrêt caféine/théobromine 24 h. Stress pharmacologique (régadénoson, adénosine, dipyridamole). | Acquisition dynamique immédiate (repos puis stress). | Perfusion myocardique de stress/repos avec quantification absolue du flux (mL/min/g) et réserve coronaire. Microvascular disease. <i>Note : Cyclotron sur site requis.</i> |
| Choline [^{11}C] $T_{1/2}$ 20 min <i>Préparation hospitalière</i> | 5–8 MBq/kg (typ. 550 MBq) | Hydratation et miction avant acquisition. Pas de jeûne strict. | Pelvis précoce 5 min, corps entier 5–20 min, tardif ~60 min si doute. | Cancer prostate (usage historique, remplacé par PSMA), hépatocarcinome, parathyroïde (selon expertise). <i>Note : Cyclotron sur site requis.</i> |
| Choline [^{18}F] (fluorocholine) $T_{1/2}$ 110 min <i>AMM nationale</i> | 3–5 MBq/kg (typ. 250 MBq) | Hydratation orale, miction. Jeûne pas toujours requis. Pas d'effort 24 h avant. | Pelvis 5–15 min, tardif 60 min possible. | Hyperparathyroïdie primaire/récurrente (1ère indication actuelle), hépatocarcinome bien différencié, cancer prostate (usage historique). <i>Note : Disponibilité variable selon pays (AMM nationale).</i> |
| Eau [^{15}O] $T_{1/2}$ 2 min <i>Préparation hospitalière</i> | 300–800 MBq | Cyclotron sur site obligatoire. Stress cardiaque pharmacologique strict. Préparation caféine standard. | Acquisition dynamique immédiate. | Référence pour quantification absolue de la perfusion (myocarde, cerveau). Recherche physiologique. Pratique ultra-spécialisée. <i>Note : Pratique ultra-spécialisée ($T_{1/2}$ très courte).</i> |
| Edotreotide [^{68}Ga] (DOTATOC) SomaKit TOC® $T_{1/2}$ 68 min <i>AMM EMA</i> | 100–200 MBq | Pas de jeûne. Arrêt analogues somatostatine longue durée 3–4 sem. Octréotide courte durée arrêté 24 h. Hydratation/miction. | 40–90 min (optimal 60 min). | TNE bien différenciées G1–G2 (GEP, bronchiques, paragangliomes, méningiomes SSTR+). Sélection PRRT. Paire théranostique avec ^{177}Lu -DOTATATE. <i>Note : AMM EMA formelle pour SomaKit TOC / DOTATOC (GEP-NET bien différenciées). DOTATATE et DOTANOC : usage clinique établi mais statut national/local variable — ne pas assimiler à SomaKit TOC.</i> |

| Traceur / Statut | Dose adulte | Préparation patient | Délai | Indications principales |
|---|-------------------------------|---|---|---|
| FDG [¹⁸F] Fludésoxyglucose T _{1/2} 110 min AMM EMA | 2–4 MBq/kg (typ. 250–400 MBq) | Jeûne 4–6 h (oncologie standard). Pour inflammation cardiaque/endocardite/sarcoïdose : diète pauvre en glucides/riche en lipides + jeûne prolongé. Pour viabilité myocardique : préparation glucidique/insulinique ou clamp euglycémique hyperinsulinémique selon protocole. Glycémie < 200 mg/dL (idéal < 140). Hydratation orale 1 L. Pas d'effort 24 h. Repos pièce chauffée 15 min. | 60 min (oncologie). 90–120 min (vascularites). | Standard oncologique (cancers solides + lymphomes) : Hodgkin/non-Hodgkin, poumon, ORL, œsophage, colorectal, mélanome, sarcomes, sein triple négatif/HER2+ ou haut grade, pancréas, métastases d'origine inconnue. Myélome multiple/plasmocytome. Cancer thyroïdien différencié dédifférencié ou iodofixation négative avec thyroglobuline élevée. Cancers gynécologiques (col, endomètre, ovaire). Cancer testiculaire/séminome avec masse résiduelle. Recherche de primitif. Neurologie (démences, épilepsie). Cardiologie (viabilité, sarcoïdose). Infection/inflammation (FUO, vascularites, endocardite, sarcoïdose, infection prothèses, dispositifs cardiaques infectés, maladies inflammatoires systémiques IgG4, polymyalgia rheumatica/Horton). <i>Note : ATTENTION : viabilité myocardique = préparation glucidique pour FAVORISER la captation FDG ; inflammation cardiaque/sarcoïdose = diète cétogène pour SUPPRIMER la captation myocardique physiologique. Ces deux préparations ne sont pas interchangeables.</i> |
| FET [¹⁸F] (fluoroéthyl-tyrosine) T _{1/2} 110 min AMM nationale | 3 MBq/kg (typ. 200 MBq) | Pas de jeûne strict universel. Hydratation orale. | Acquisition dynamique 0–40/50 min ou statique 20–40 min. | Gliomes : diagnostic différentiel, extension non rehaussée, grading indirect, biopsie/radiothérapie, récurrence vs radionécrose, suivi sous traitement. Métastases cérébrales (protocoles). <i>Note : Statut national variable selon pays.</i> |
| Florbétabène [¹⁸F] Neuraceq® T _{1/2} 110 min AMM EMA | 300 MBq (±20%) | Pas de jeûne. Patient au calme avant injection. | 90 min ± 5. | Imagerie plaques β-amyloïde cérébrales. Diagnostic différentiel troubles cognitifs / suspicion Alzheimer. |
| Florbétapir [¹⁸F] Amyvid® T _{1/2} 110 min AMM EMA | 370 MBq (±20%) | Pas de jeûne. Patient au calme. | 30–50 min. | Imagerie plaques β-amyloïde. Premier radiopharmaceutique amyloïde approuvé EMA (2013). Aide au diagnostic différentiel démences. |
| Flortaucipir [¹⁸F] Tauvid® T _{1/2} 110 min AMM EMA | 370 MBq | Pas de jeûne. Patient au calme. | 80 min. | Imagerie protéine tau (paires hélicoïdales). Aide à l'évaluation pathologie tau type Alzheimer. Différentiel Alzheimer vs autres démences. |
| Fluciclovine [¹⁸F] Axumin® T _{1/2} 110 min AMM EMA | 370 MBq (±20%) | Éviter exercice 24 h. Jeûne court selon SmPC. Pas d'injection au bras du côté opéré. | 3–5 min (image précoce ++). | Récidive cancer prostate après traitement curatif (PSA en élévation). Surtout indiqué si PSMA indisponible ou contre-indiqué. |
| Fluorodopa [¹⁸F] (FDOPA) T _{1/2} 110 min AMM EMA | 2–4 MBq/kg (typ. 200 MBq) | Jeûne 4–6 h (acides aminés). Gestion L-Dopa/carbidopa selon indication et protocole local. Carbidopa non systématique : utile dans certains protocoles NET, à éviter/adapter pour insulinome/hyperinsulinisme. | Syndromes parkinsoniens : ~90 min. Neuro-oncologie/gliomes : acquisition précoce 10–30 min selon protocole. Onco/TNE : 60 min. Insulinome : 90 min. | Neurologie « mouvement » : Parkinson, syndromes parkinsoniens. Neuro-oncologie : gliomes, métastases cérébrales. Oncologie TNE : insulinome, phéochromocytome, paragangliome, médullaire thyroïde. Hyperinsulinisme congénital pédiatrique. <i>Note : Délais et préparation différent entre indications neurologiques, neuro-oncologiques et TNE.</i> |

| Traceur / Statut | Dose adulte | Préparation patient | Délai | Indications principales |
|---|---|--|--|---|
| Fluoroestradiol [¹⁸F] (FES) EstroTep® (Europe/France) — Cerianna® (nom US) T _{1/2} 110 min AMM nationale | 222 MBq (±20%) | Pas de jeûne. Arrêt tamoxifène/fulvestrant 8–12 sem. avant (compétition R-œstrogénique). Inhibiteurs aromatase autorisés. | 60–80 min. | Cancer du sein ER+ métastatique : cartographie expression ER, hétérogénéité lésionnelle, aide à la décision si biopsie impossible/difficile ou non représentative, sélection hormonothérapie. Indication à restreindre lorsque le résultat influence la stratégie hormonale. Endomètre/ovaire = recherche uniquement, pas routine clinique. <i>Note : En Europe/France, indication centrée sur le cancer du sein métastatique ER+ ; ne pas présenter endomètre/ovaire comme routine.</i> |
| Flutemetamol [¹⁸F] Vizamyl® T _{1/2} 110 min AMM EMA | 185 MBq (±20%) | Pas de jeûne. Patient au calme. | 90 min ± 20. | Imagerie plaques β-amyloïde. Évaluation troubles cognitifs / suspicion Alzheimer. Lecture binaire (positif / négatif). |
| Gallium [⁶⁸Ga] chlorure Générateur ⁶⁸ Ge/ ⁶⁸ Ga T _{1/2} 68 min AMM EMA | Précurseur — non administré directement | — | — | Précurseur de radiomarquage pour kits autorisés (edotreotide, gozetotide, etc.). Plusieurs générateurs avec AMM EMA. |
| Gozetotide [⁶⁸Ga] (PSMA-11) Locametz® / Illuccix® T _{1/2} 68 min AMM EMA | 1,8–2,2 MBq/kg (typ. 111–185 MBq) | Pas de jeûne. Hydratation orale 500 mL pré-injection. Vidange vésicale juste avant acquisition. Lasix selon protocole pelvien. | 50–100 min (optimal 60 min). | Cancer prostate : staging haut risque, récurrence biochimique (PSA bas), sélection thérapeutique pour ¹⁷⁷ Lu-PSMA-617 (Pluvicto®). Paire théranostique. |
| Méthionine [¹¹C] T _{1/2} 20 min Préparation hospitalière | 5–10 MBq/kg (typ. 550 MBq) | Jeûne 4–6 h selon centre. Pas de prémédication. | Acquisition 10–20 min après injection. | Gliomes adulte/pédiatrique : extension tumorale, biopsie ciblée, planification radiothérapie, récurrence vs radionécrose. Tumeurs cérébrales non gliales. <i>Note : Cyclotron sur site requis.</i> |
| Piflufolostat [¹⁸F] Pylclari® (Europe) — Pylarify® (nom US) — = DCFPyL T _{1/2} 110 min AMM EMA | 333 MBq (±10%) | Pas de jeûne. Hydratation orale 500 mL pré-injection. Vidange vésicale avant acquisition. | 60–120 min (optimal 60 min). | Cancer prostate : staging initial haut risque, récurrence biochimique. AMM EMA 2023 (Pylclari®, Curium). |
| PSMA-1007 [¹⁸F] T _{1/2} 110 min AMM nationale | 3–4 MBq/kg (typ. 250 MBq) | Pas de jeûne. Hydratation orale. Vidange vésicale possible (excrétion hépatique dominante — moins critique). | 90–120 min (optimal 90 min). | Cancer prostate. Excrétion hépatobiliaire dominante (moins d'activité urinaire — utile pour pelvis). <i>Note : Pratique clinique avec AMM nationale ; disponibilité variable selon pays ; pas d'AMM EMA centralisée.</i> |
| Rubidium [⁸²Rb] chlorure Générateur ⁸² Sr/ ⁸² Rb T _{1/2} 76 sec AMM EMA | 10 MBq/kg stress + rest | Jeûne 4–6 h. Arrêt caféine/théobromine 24 h. Stress pharmacologique (régadénoson, adénosine, dipyridamole). | Acquisition immédiate (90 sec post-injection). | Perfusion myocardique stress/repos. Avantage : pas de cyclotron requis (générateur). Évaluation maladie coronaire — perfusion / ischémie / réserve coronaire. La viabilité myocardique repose sur FDG + imagerie de perfusion. <i>Note : Ne fait pas la viabilité (rôle du FDG).</i> |
| Sodium fluorure [¹⁸F] (Na¹⁸F) T _{1/2} 110 min AMM EMA | 1,5–3,7 MBq/kg (typ. 150–250 MBq) | Pas de jeûne. Hydratation orale 0,5–1 L. Vidange vésicale avant acquisition. | 45–60 min. | Imagerie osseuse de haute résolution : métastases osseuses ostéoblastiques/mixtes (prostate, sein, poumon), douleur osseuse oncologique, ostéomyélite. Alternative TEP au ^{99m} Tc-HDP/MDP. |

Tableau 2 — Liste par indication clinique

Organisation par pathologie / domaine clinique. Pour chaque indication, les traceurs sont listés par ordre de priorité (1^{re} ligne en premier).

| Indication clinique | Traceurs (par ordre de priorité) | Notes pratiques |
|---|---|---|
| ONCOLOGIE | | |
| Cancers FDG-avides (majorité des cancers solides) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Lymphomes Hodgkin/non-Hodgkin, poumon, ORL, œsophage, colorectal, mélanome, sarcomes, sein triple négatif/HER2+ ou haut grade, pancréas, métastases d'origine inconnue, myélome multiple, cancer thyroïdien différencié/dédifférencié/iode-négatif, cancers gynécologiques (col, endomètre, ovaire), cancer testiculaire/séminome avec masse résiduelle, recherche de primitif. Limité dans tumeurs mucineuses, bas grade, HCC bien différencié.</i> |
| Cancer de la prostate | • Gozetotide [⁶⁸ Ga] (PSMA-11) • Piflufolostat [¹⁸ F] • PSMA-1007 [¹⁸ F] • Fluciclovine [¹⁸ F] • Choline [¹⁸ F] (fluorocholine) • Choline [¹¹ C] • FDG [¹⁸ F] | <i>PSMA = 1ère ligne (staging haut risque, récurrence). Choline conservée si PSMA indisponible. Fluciclovine si PSMA contre-indiqué. FDG si dédifférenciation suspectée (discordance PSMA-/FDG+).</i> |
| Hépatocarcinome (CHC) | • Choline [¹⁸ F] (fluorocholine) • Acétate [¹¹ C] • FDG [¹⁸ F] | <i>Sensibilité dépendante de la différenciation. Double traceur parfois utile (FDG + choline). Bilan pré-greffe ou récurrence selon protocole local.</i> |
| Tumeurs neuroendocrines bien différenciées G1–G2 | • Edotreotide [⁶⁸ Ga] (DOTATOC) • Fluorodopa [¹⁸ F] (FDOPA) • FDG [¹⁸ F] | <i>SSTR-PET = gold standard. FDOPA en alternative ou complément (insulinome, hyperinsulinisme pédiatrique). Association SSTR + FDG si Ki-67 élevé ou maladie hétérogène (NETPET score). Recherche de primitif de TNE, TNE bronchiques/thymiques et méningiomes SSTR+. Distinguer indication EMA SomaKit TOC des usages cliniques spécialisés DOTATATE/DOTANOC.</i> |
| TNE peu différenciées G3 | • FDG [¹⁸ F] | <i>Dédifférenciation = perte SSTR + ↑ glycolyse. FDG indispensable pour stratification.</i> |
| Phéochromocytome / paragangliome | • Edotreotide [⁶⁸ Ga] (DOTATOC) • Fluorodopa [¹⁸ F] (FDOPA) • FDG [¹⁸ F] | <i>Choix selon génotype (SDHx, VHL, RET, NF1), localisation, maladie métastatique, projet thérapeutique. SSTR souvent très performant dans SDHx et maladie métastatique. ¹³¹I-MIBG (hors PET) en alternative.</i> |
| Cancer médullaire de la thyroïde | • Fluorodopa [¹⁸ F] (FDOPA) • FDG [¹⁸ F] • Edotreotide [⁶⁸ Ga] (DOTATOC) | <i>Choisir selon calcitonine, ACE, temps de doublement et traitement envisagé.</i> |
| Cancer thyroïdien différencié/dédifférencié / iode-négatif | • FDG [¹⁸ F] | <i>Indication FDG en cas d'iodofixation négative avec thyroglobuline élevée.</i> |
| Cancer du sein ER+ (caractérisation métastatique) | • Fluoroestradiol [¹⁸ F] (FES) • FDG [¹⁸ F] | <i>FES = cartographie expression ER, hétérogénéité, aide si biopsie impossible. Indication centrée sur la maladie métastatique ER+ lorsque le résultat influence la stratégie hormonale. Traitements anti-ER diminuent la fixation. Foie parfois difficile à interpréter.</i> |
| Hyperparathyroïdie primaire / récidivante | • Choline [¹⁸ F] (fluorocholine) • Choline [¹¹ C] | <i>Localisation adénome/hyperplasie avant chirurgie, surtout si imagerie échographique / MIBI négative ou réintervention. Supérieure à la scintigraphie MIBI classique.</i> |
| Gliomes / tumeurs cérébrales | • FET [¹⁸ F] (fluoroéthyl-tyrosine) • Méthionine [¹¹ C] • Fluorodopa [¹⁸ F] (FDOPA) • FDG [¹⁸ F] | <i>FET et FDOPA = standard EANM pour gliomes (récidive vs radionécrose, planification stéréotaxique, suivi sous traitement). FDG limité par captation corticale.</i> |
| Os et métastases osseuses | • Sodium fluorure [¹⁸ F] (Na ¹⁸ F) • FDG [¹⁸ F] • Gozetotide [⁶⁸ Ga] (PSMA-11) • Choline [¹⁸ F] (fluorocholine) | <i>NaF très sensible mais non spécifique (fracture, arthrose, inflammation). PSMA / choline si origine prostatique. Bilan douleur osseuse oncologique.</i> |

| Indication clinique | Traceurs (par ordre de priorité) | Notes pratiques |
|--|---|--|
| Lymphomes Hodgkin / non-Hodgkin | • FDG [¹⁸ F] | <i>FDG = gold standard pour bilan initial, évaluation interim/fin, suspicion de récurrence (Deauville).</i> |
| Myélome multiple / plasmocytome | • FDG [¹⁸ F] | <i>FDG pour bilan d'extension, lésions focales, suivi sous traitement.</i> |
| Cancers gynécologiques (col, endomètre, ovaire) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Bilan d'extension, récurrence, suivi.</i> |
| Cancer testiculaire / séminome | • FDG [¹⁸ F] | <i>Évaluation masse résiduelle post-chimiothérapie selon contexte.</i> |
| Recherche de primitif (métastases d'origine inconnue) | • FDG [¹⁸ F] | <i>FDG = stratégie de cartographie globale.</i> |
| Cancer de la prostate — traceurs historiques | • Choline [¹¹ C] • Choline [¹⁸ F] (fluorocholine) • Acétate [¹¹ C] | <i>Usage historique avant l'ère PSMA — conservé si PSMA indisponible ou pour études comparatives.</i> |
| NEUROLOGIE | | |
| Maladie d'Alzheimer (diagnostic différentiel) | • Florbétapir [¹⁸ F] • Florbétabène [¹⁸ F] • Flutemetamol [¹⁸ F] • Flortaucipir [¹⁸ F] • FDG [¹⁸ F] | <i>Imagerie amyloïde : lecture binaire +/- Élimine ou confirme la pathologie amyloïde. Tau pour stratification. FDG pour différenciation Alzheimer / FTD / DLB / vasculaire. PET amyloïde positif ≠ diagnostic isolé. Confirmation de la pathologie amyloïde dans les parcours spécialisés d'éligibilité aux traitements anti-amyloïdes (selon pays, centres mémoire, disponibilité LCR et remboursement).</i> |
| Maladie de Parkinson / syndromes parkinsoniens | • Fluorodopa [¹⁸ F] (FDOPA) | <i>Étude voie dopaminergique nigro-striée présynaptique. TEP-FDOPA plus sensible que SPECT mais moins disponible. Alternative au ¹²³I-FP-CIT SPECT (DaTSCAN®).</i> |
| Démence à corps de Lewy | • Fluorodopa [¹⁸ F] (FDOPA) • FDG [¹⁸ F] | <i>Pattern dopaminergique + métabolique caractéristique.</i> |
| Démences (FTD, MCI, mixtes) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Pattern hypométabolique caractéristique : postérieur (Alzheimer), frontal (FTD), pariétal (MA atypique). Croiser avec clinique, neuropsychologie, IRM.</i> |
| Épilepsie focale réfractaire (bilan pré-chirurgical) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Identification du foyer épileptogène en période intercritique (hypométabolisme).</i> |
| CARDIOLOGIE | | |
| Maladie coronaire (ischémie, perfusion) | • Rubidium [⁸² Rb] chlorure • Ammoniaque [¹³ N] • Eau [¹⁵ O] | <i>TEP-perfusion remplace progressivement la SPECT MIBI. ⁸²Rb = avantage générateur. Quantification flux et réserve coronaire. Microvascular disease. Patients obèses ou SPECT équivoque.</i> |
| Viabilité myocardique (territoire dysfonctionnel) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Préparation destinée à FAVORISER la captation myocardique du FDG : charge glucidique/insuline/clamp euglycémique hyperinsulinémique selon protocole. Ne pas confondre avec la diète cétogène utilisée pour SUPPRIMER la captation myocardique en inflammation. Identification "mismatch" perfusion-métabolisme = viabilité (cibles de revascularisation).</i> |
| Sarcoïdose cardiaque | • FDG [¹⁸ F] | <i>Préparation cétogène stricte (suppression captation myocardique physiologique). Inflammation pariétale → captation focale.</i> |
| Endocardite sur prothèse / infection de matériel intracardiaque | • FDG [¹⁸ F] | <i>Inclut infection de dispositif cardiaque implantable, matériel intracardiaque, LVAD et prothèse valvulaire. Préparation métabolique stricte indispensable.</i> |
| INFLAMMATION/INFECTION | | |
| Fièvre prolongée inexplicée (FUO) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Examen de seconde ligne après bilan négatif. Cartographie globale.</i> |
| Vascularites des gros vaisseaux (Horton, Takayasu) | • FDG [¹⁸ F] | <i>Délai d'attente porté à 90–120 min (EANM 2018). Score visuel sur scoring aorto-vasculaire.</i> |

| Indication clinique | Traceurs (par ordre de priorité) | Notes pratiques |
|---|---|--|
| Infection prothèses (vasculaire, orthopédique, valvulaire) et dispositifs implantables | <ul style="list-style-type: none"> • FDG [¹⁸F] | <i>Sensibilité ↑ pour infections chroniques. Spécificité réduite si inflammation post-op récente (< 6 sem.). Inclut dispositifs cardiaques implantables / LVAD / matériel intracardiaque quand pertinent.</i> |
| Spondylodiscite / ostéomyélite | <ul style="list-style-type: none"> • FDG [¹⁸F] • Sodium fluorure [¹⁸F] (Na¹⁸F) | <i>Sensibilité > 90%. Différenciation modifications dégénératives ou tumorales.</i> |
| Sarcoïdose systémique | <ul style="list-style-type: none"> • FDG [¹⁸F] | <i>Bilan d'extension multi-organes (cardiaque, ganglionnaire, médiastinal, parenchymateux).</i> |
| Hyperinsulinisme congénital pédiatrique | <ul style="list-style-type: none"> • Fluorodopa [¹⁸F] (FDOPA) | <i>Différenciation forme focale vs diffuse (sans carbidopa).</i> |

Tableau 3 — Paires théranostiques et agents thérapeutiques

Couples diagnostique + thérapeutique en pratique clinique et en recherche, avec niveau de standardisation européen. Classement par statut puis par cible biologique.

Iode (NIS)

STANDARD CLINIQUE HISTORIQUE — AMM NATIONALE

DIAGNOSTIQUE

^{123}I -NaI scintigraphie +
 ^{131}I -NaI diagnostic

THÉRAPEUTIQUE

^{131}I -NaI (iode-131 sodium)

INDICATIONS

Hyperthyroïdie bénigne : maladie de Basedow, goitre multinodulaire toxique, adénome toxique ; cancer thyroïdien différencié papillaire ou folliculaire.

NOTES

Routine quotidienne en médecine nucléaire.

MIBG / système noradrénergique

STANDARD CLINIQUE HISTORIQUE — AMM NATIONALE / DISPONIBILITÉ VARIABLE

DIAGNOSTIQUE

^{123}I -MIBG
scintigraphie/SPECT

THÉRAPEUTIQUE

^{131}I -MIBG — AMM
nationales variables

INDICATIONS

Phéochromocytome / paragangliome MIBG+ ;
neuroblastome pédiatrique MIBG+

NOTES

Paire SPECT-thérapie, non TEP. Sélection préalable par imagerie ^{123}I -MIBG.

Os ostéoblastique (^{223}Ra)

AMM EMA — STANDARD CLINIQUE

DIAGNOSTIQUE

Scintigraphie osseuse
 $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -HDP/MDP
 ^{18}F -NaF PET (possible)

THÉRAPEUTIQUE

^{223}Ra -dichlorure (Xofigo®)
— AMM EMA
alpha-émetteur

INDICATIONS

Cancer de la prostate mCRPC avec métastases osseuses symptomatiques, sans métastases viscérales connues, en progression après au moins deux lignes systémiques ou si non éligible à une autre option systémique.

NOTES

ALSYMPCA 2013. Thérapie alpha ciblant l'os ostéoblastique ; guidée par imagerie osseuse, mais ce n'est pas un couple ligand-récepteur PET strict.

PSMA

AMM EMA — STANDARD CLINIQUE

DIAGNOSTIQUE

^{68}Ga -PSMA-11 / gozetotide :
Locametz® / Illuccix® — AMM EMA

THÉRAPEUTIQUE

^{177}Lu -vipivotide tétraxetan
(Pluvicto®) — AMM EMA

^{18}F -piflufolastat / Pylclari® —

AMM EMA

^{18}F -PSMA-1007 : usage
clinique avec AMM nationale
ou statut local selon pays

INDICATIONS

Diagnostic : cancer de la prostate, stadification initiale des formes à haut risque, localisation de récurrence en cas de PSA ascendant après traitement, et sélection des patients pour radioligand thérapie PSMA. Thérapie : cancer de la prostate mCRPC PSMA+, après hormonothérapie ciblant l'axe AR et chimiothérapie à base de taxane, selon AMM européenne et accès national.

NOTES

Indication européenne 2026 : mCRPC PSMA+ après hormonothérapie de nouvelle génération et taxane(s). VISION = essai pivot. La demande d'extension EMA pré-taxane, issue de PSMAfore, a été retirée le 24/04/2026 : ne pas présenter comme AMM européenne validée en pré-taxane.

Radioembolisation hépatique (^{90}Y / ^{166}Ho)

THÉRANOSTIQUE PROCÉDURAL / LOCORÉGIONAL — STANDARD CLINIQUE

DIAGNOSTIQUE

$^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA SPECT/CT (simulation) + PET ^{90}Y post-thérapie

THÉRAPEUTIQUE

Microsphères ^{90}Y (SIR-Spheres®, TheraSphere®) ; Microsphères ^{166}Ho (QuiremSpheres®)

INDICATIONS

Hépatocarcinome (HCC) et métastases hépatiques sélectionnées, notamment d'origine colorectale ou neuroendocrine.

NOTES

Théranostique de procédure : simulation $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -MAA, évaluation du shunt pulmonaire, dosimétrie pré-thérapeutique et contrôle post-thérapie. Ce n'est pas une paire ligand-récepteur moléculaire comparable à PSMA ou SSTR.

SSTR (somatostatine)

AMM EMA POUR SOMAKIT TOC® + LUTATHERA® ; DOTATATE/DOTANOC : STATUT NATIONAL/LOCAL VARIABLE

DIAGNOSTIQUE

^{68}Ga -DOTATOC /

edotreotide / SomaKit TOC® (Lutathera®) — AMM EMA

^{68}Ga -DOTATATE et

^{68}Ga -DOTANOC : usage

clinique établi, statut national/local variable selon les pays

THÉRAPEUTIQUE

^{177}Lu -oxodotréotide

INDICATIONS

Diagnostic : tumeurs neuroendocrines gastro-entéro-pancréatiques bien différenciées, bilan d'extension, restaging et sélection PRRT. Thérapie : GEP-NET bien différenciées G1-G2, SSTR+, non résecables ou métastatiques, progressives, selon AMM européenne et accès national. Autres tumeurs SSTR+ selon contexte spécialisé.

NOTES

AMM EMA formelle : SomaKit TOC® / edotreotide et Lutathera®. NETTER-2 est positif, mais la demande d'extension EMA en 1re ligne a été retirée : ne pas présenter Lutathera® comme traitement de 1re ligne validé en Europe.

PSMA — variante (I&T)

ACADÉMIQUE / ACCÈS VARIABLE

DIAGNOSTIQUE

^{68}Ga -PSMA-11 ou ^{18}F -PSMA

THÉRAPEUTIQUE

^{177}Lu -PSMA-I&T

INDICATIONS

Même cible PSMA et indication clinique proche du Pluvicto®, mais molécule différente, sans AMM EMA ; utilisation en centres experts, préparations hospitalières, accès compassionnel ou essais.

NOTES

Accès variable selon pays ; ne pas présenter comme équivalent réglementaire de Pluvicto®.

SSTR — variantes (^{90}Y -DOTATOC)

ACADÉMIQUE / ACCÈS VARIABLE

DIAGNOSTIQUE

^{68}Ga -DOTA-SSA PET

THÉRAPEUTIQUE

^{90}Y -DOTATOC / ^{90}Y -DOTATATE ; ^{177}Lu -DOTATOC (variants)

INDICATIONS

TNE SSTR+ — protocoles locaux / compassionnel / recherche

NOTES

Historique / académique — accès variable selon pays ; moins standardisé que Lutathera®.

Alpha-théranostique (^{225}Ac -PSMA)

RECHERCHE / ACCÈS COMPASSIONNEL TRÈS LIMITÉ EN CENTRES EXPERTS

DIAGNOSTIQUE

^{68}Ga -PSMA-11 ; ^{18}F -PSMA

THÉRAPEUTIQUE

^{225}Ac -PSMA-617 ; ^{225}Ac -DOTATATE (recherche)

INDICATIONS

Cancer prostate / TNE résistants à la thérapie β^- (^{177}Lu) — souvent après échec ^{177}Lu

NOTES

Limites : disponibilité du ^{225}Ac , toxicité salivaire, toxicité hématologique et absence d'AMM EMA de routine.

CXCR4

RECHERCHE

DIAGNOSTIQUE

^{68}Ga -Pentixafor (recherche)

THÉRAPEUTIQUE

$^{177}\text{Lu}/^{90}\text{Y}$ -Pentixather (recherche)

INDICATIONS

Lymphomes, leucémies, myélome multiple, tumeurs solides CXCR4+

NOTES

Programmes académiques (Würzburg).

Cuivre-64/67 (SSTR)

RECHERCHE (EUROPE)

DIAGNOSTIQUE

⁶⁴Cu-DOTATATE
(Detectnet®) — AMM FDA
2020, pas EMA

THÉRAPEUTIQUE

⁶⁷Cu-DOTATATE /
⁶⁷Cu-SARTATE (recherche,
essais phase I)

INDICATIONS

TNE — alternative au couple ⁶⁸Ga/¹⁷⁷Lu

NOTES

Recherche en Europe ; ⁶⁴Cu-DOTATATE est approuvé aux États-Unis pour le diagnostic, mais ne dispose pas d'AMM EMA. Intérêt logistique lié à la demi-vie plus longue du ⁶⁴Cu.

FAPI / FAP (stroma tumoral)

RECHERCHE / ESSAIS CLINIQUES

DIAGNOSTIQUE

⁶⁸Ga-FAPI ; ¹⁸F-FAPI
(recherche)

THÉRAPEUTIQUE

¹⁷⁷Lu-FAPI / ⁹⁰Y-FAPI /
²²⁵Ac-FAPI (recherche)

INDICATIONS

Tumeurs solides riches en FAP (pancréas, cholangiocarcinome, sarcomes, sein desmoplastique, gastriques diffus)

NOTES

Aucune AMM EMA de routine au 12/05/2026 ; à limiter aux essais cliniques ou à l'accès expert. Ne pas intégrer dans la pratique clinique routinière européenne.

GRPR (bombésine)

RECHERCHE

DIAGNOSTIQUE

⁶⁸Ga-RM2 /
⁶⁸Ga-NeoBOMB1
(recherche)

THÉRAPEUTIQUE

¹⁷⁷Lu-RM2 (recherche,
essais phase I-II)

INDICATIONS

Cancer sein (récepteurs GRPR) ; cancer prostate hormono-naïf

NOTES

Études phase I-II en cours.

Terbium-161 (PSMA, SSTR)

RECHERCHE

DIAGNOSTIQUE

Mêmes vecteurs
diagnostiques que PSMA /
SSTR (⁶⁸Ga, ¹⁸F)

THÉRAPEUTIQUE

¹⁶¹Tb-PSMA /
¹⁶¹Tb-DOTATOC
(recherche)

INDICATIONS

Indications explorées en recherche dans les mêmes cibles que les thérapies au ¹⁷⁷Lu : prostate mCRPC PSMA+ et TNE SSTR+. Intérêt potentiel sur les micrométastases.

NOTES

¹⁶¹Tb = β⁻ + électrons Auger (double action).

Notes pratiques transversales

Préparation patient — règles générales

* Jeûne - FDG : 4-6 h (oncologie). 12 h + diète cétogène si inflammation cardiaque/endocardite/sarcoïdose.
Viabilité myocardique : préparation glucidique/insulinique ou clamp euglycémique hyperinsulinémique.
PSMA/choline/amyloïde : pas de jeûne. FDOPA : jeûne 4-6 h selon indication ; carbidopa selon protocole.

- **Hydratation** — orale 0,5–1 L pré-injection systématique. Vidange vésicale avant acquisition pour les traceurs à élimination urinaire.
- **Glycémie** — FDG : mesure systématique (cible < 140 mg/dL idéale, < 200 mg/dL acceptable). Pas de mesure pour les autres traceurs.
- **Confort thermique** — repos en pièce chauffée à 22–24 °C, de 15 min avant à 30 min après l'injection (réduit l'activation graisse brune).
- **Voie veineuse** — bras controlatéral à un cancer du sein opéré (curage axillaire). Voie veineuse de bon calibre.

Délais d'acquisition standards

- **FDG** — 60 min (oncologie) ; 90–120 min (vascularites, inflammation chronique).
- **PSMA-11, DOTATOC/DOTATATE (⁶⁸Ga)** — 60 min (optimal).
- **PSMA-1007, Piflufolostat (¹⁸F)** — 90–120 min (idéal 90 min).
- **Fluciclovine (¹⁸F)** — 3–10 min post-injection (image très précoce).
- **Traceurs amyloïdes (¹⁸F)** — florbétapir 30–50 min ; florbétabène/flutemetamol ~90 min ; flortaucipir ~80 min.
- **FDOPA** — syndromes parkinsoniens ~90 min ; neuro-oncologie/gliomes plus précoce ; TNE ~60 min ; carbidopa non systématique selon indication.
- **Traceurs ¹¹C** (acétate, choline, méthionine) — acquisition très précoce (5–20 min) ; cyclotron sur site obligatoire.

Théranostique — règles clés

- **Sélection des patients** — toujours préalable et obligatoire (PSMA pour Pluvicto®, SSTR pour Lutathera®). Critères : intensité de captation, distribution lésionnelle, fraction tumorale exprimant la cible.
- **Dosimétrie post-thérapeutique** — imagerie SPECT/CT 24–48 h post-injection. Calcul des doses absorbées par lésion et organes à risque (reins, moelle).
- **Néphroprotection** — perfusion d'acides aminés (lysine + arginine) lors du Lutathera® (30 min avant à 4 h après). Non requis pour Pluvicto®.
- **Suivi clinique** — surveillance hématologique (NFS, plaquettes) avant chaque cycle. Surveillance rénale (DFG) trimestrielle. Antiémétiques prophylactiques systématiques.

Points d'attention par famille de traceurs

- **FDG** — Standardiser jeûne, glycémie, repos musculaire, délai d'attente et reconstruction si suivi quantitatif. Distinction essentielle : viabilité myocardique = favoriser captation FDG (charge glucidique) ; inflammation cardiaque = supprimer captation myocardique (diète cétogène).
- **PSMA** — En maladie avancée, rechercher les lésions PSMA-négatives sur CT/IRM/FDG. Une discordance PSMA-/FDG+ peut modifier l'éligibilité à la RLT.
- **SSTR** — Le PET SSTR positif est central avant PRRT. L'association avec FDG aide à détecter une composante dédifférenciée.
- **Amyloïde / Tau** — Ces traceurs documentent une pathologie moléculaire, pas à eux seuls un diagnostic clinique. Indication à poser en réunion mémoire ou contexte spécialisé.
- **Choline / acétate** — Traceurs historiques en prostate, souvent remplacés par PSMA, mais intérêt conservé en HCC et parathyroïde pour la fluorocholine.
- **Cardiaque** — La valeur du PET cardiaque tient à la quantification dynamique ; préparation caféine/stress et protocole métabolique FDG doivent être stricts.

Évolutions attendues 2026–2028. Forte croissance des essais cliniques sur les radiopharmaceutiques thérapeutiques (3 essais en 2018 → 80 au 1^{er} semestre 2025, EMA Horizon Scanning). Axes d'innovation : alpha-émetteurs (²²⁵Ac), nouveaux isotopes (⁶⁷Cu, ¹⁶¹Tb), cibles inflammatoires et neurologiques, linkers vecteur-agnostiques, nouvelles indications théranostiques (FAPI, GRPR, CXCR4). À ce jour, flurpiridaz, FAPI,

GRPR, CXCR4, $^{64}\text{Cu}/^{67}\text{Cu}$ et ^{161}Tb ne sont pas intégrés à la liste des traceurs cliniques routiniers européens : tant qu'une AMM ou un accès clinique national clair n'est pas documenté, ils sont à classer comme émergents / recherche.

Sources et références

- EMA/82413/2026 — Radiopharmaceuticals — EU-IN Horizon Scanning Report (avril 2026).
- EMA EPAR — Pylclari, Locametz, SomaKit TOC, Axumin, Amyvid, Neuraceq, Vizamyl, Tauvid, Lutathera, Pluvicto, Xofigo.
- EANM Procedure Guidelines — FDG PET/CT v2.0, PSMA PET v2.0, SSTR PET, amyloid PET, amino-acid PET brain tumours, FDOPA PET, cardiac PET, pediatric PET, theranostics.
- SFMN — Bonnes pratiques cliniques en médecine nucléaire.
- HAS France — Avis sur radiopharmaceutiques.
- Swissmedic — SwissPAR ; AFMPS (Belgique) ; AIFA, AEMPS, BfArM ; etc.
- RCP officiels — ema.europa.eu, ansm.sante.fr, afmps.be.
- IAEA / EANM — Technical guidance for PET/CT procedures and standardization.