



**HAL**  
open science

## Prise en charge des tumeurs malignes du foie en radiologie interventionnelle

Lauranne Piron, Christophe Cassinotto, Boris Guiu

### ► To cite this version:

Lauranne Piron, Christophe Cassinotto, Boris Guiu. Prise en charge des tumeurs malignes du foie en radiologie interventionnelle. La Presse Médicale, 2019, 48 (10), pp.1156-1168. 10.1016/j.lpm.2019.10.010 . hal-02861149

**HAL Id: hal-02861149**

**<https://hal.science/hal-02861149>**

Submitted on 21 Jul 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial 4.0 International License

# **Prise en charge des tumeurs malignes du foie en radiologie interventionnelle**

## ***Interventional radiology of liver tumors***

Lauranne Piron<sup>1</sup>, Christophe Cassinotto<sup>1</sup>, Boris Guiu<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Radiology, St-Eloi Hospital, CHU Montpellier, University of Montpellier,  
Montpellier, France

Correspondance à:

Lauranne Piron

St-Eloi Hospital, CHU Montpellier

Department of Radiology

80 avenue Augustin Fliche

34295 Montpellier, FRANCE

Tel.: +33 467 336 733

Fax: +33 467 337 623

E-mail: l-piron@chu-montpellier.fr

### **Résumé**

La radiologie interventionnelle (RI) s'est considérablement développée depuis les années 90 et tient aujourd'hui une place prépondérante dans la prise en charge des patients atteints de cancer. L'objectif de cet article est de décrire le principe, les indications, la technique et les résultats obtenus de trois procédures courantes de RI oncologique hépatique: l'embolisation portale préopératoire, la chimio-embolisation intra-artérielle et la radio-embolisation.

L'embolisation portale est fréquemment utilisée en préopératoire d'une hépatectomie droite dans le but d'hypertrophier le foie gauche et d'augmenter ses capacités fonctionnelles pour assurer une fonction hépatique suffisante du futur foie restant et éviter les risques d'insuffisance hépatique post-opératoire. C'est une technique éprouvée, très bien tolérée sur le plan clinico-biologique et très efficace puisqu'elle permet à la plupart des patients

d'accéder à la chirurgie.

La chimioembolisation intra-artérielle hépatique (CIAH) consiste à injecter dans l'artère hépatique un agent chimiothérapeutique et un agent embolisant qui vont agir localement sur les tumeurs hépatiques. Elle est le traitement de référence du CHC de stade B dans la classification BCLC et est également indiquée dans le traitement des métastases hépatiques, notamment de tumeurs neuroendocrines.

La radioembolisation hépatique (RE) est une procédure endovasculaire en plein essor consistant à injecter dans l'artère hépatique des microparticules chargées d'Yttrium 90 (90Y) qui vont préférentiellement rejoindre les tumeurs et y délivrer des doses très importantes tout en limitant la toxicité sur le parenchyme hépatique adjacent. La RE intervient dans le traitement palliatif des CHC et des métastases hépatiques de cancer colorectal en échappement thérapeutique. C'est une intervention très bien tolérée dont la place est actuellement à définir dans la prise en charge des métastases de tumeur neuro-endocrine et du cholangiocarcinome non résécable.

La RI est une discipline en constante évolution dont les techniques éprouvées jouent un rôle essentiel dans la prise en charge oncologique des patients atteints de tumeurs hépatiques malignes. En oncologie, la RI est maintenant le 4ème pilier de la prise en charge des patients, au côté de l'oncologie, de la chirurgie et de la radiothérapie.

## **Abstract**

*Interventional radiology (IR) has considerably grown since the 90s and has currently a central position in the management of patients suffering from cancer. The aim of this paper is to describe the principle, indications, technique and results of three common hepatic oncologic IR procedures: preoperative portal vein embolization, trans-arterial chemoembolization and radioembolization.*

*Portal vein embolization is performed before a right hepatectomy in order to increase the left liver volume and functional capacity to ensure adequate liver function of the future remnant liver and to prevent the post hepatectomy liver failure. It is a proven, well tolerated and effective technique, allowing most of patients to undergo surgery.*

*Transarterial chemoembolization consists of an injection of a chemotherapeutic agent and an embolic agent into the hepatic artery to locally act on liver tumors. It is the standard of care for BCLC stage B hepatocellular carcinoma and is also recommended for the liver*

*metastases treatment, mainly from neuroendocrine tumors.*

*Radioembolization is an IR procedure on the rise that consists of the injection into the hepatic artery of Yttrium 90 loaded microparticles which will preferentially deliver high dose on the tumors, sparing the adjacent hepatic parenchyma. Radioembolization is recommended for the palliative treatment of HCC and for colorectal cancer liver metastases resistant to treatment. It is a very well tolerated intervention which place has yet to be defined in the management of neuro-endocrine tumors liver metastases and unresectable cholangiocarcinoma.*

*IR is a constantly evolving discipline with proven techniques playing a major role in the oncological management of liver tumor patients. In oncology, IR is now the 4th patient management linchpin alongside oncology, surgery and radiotherapy.*

## **Introduction**

La radiologie interventionnelle (RI) s'est considérablement développée depuis les années 90 et tient aujourd'hui une place prépondérante dans la prise en charge des patients atteints de cancer [1].

Chez les patients porteurs de tumeurs malignes du foie, la RI s'est imposée dans les algorithmes de prise en charge à tous les niveaux. Elle a permis à la fois d'élargir les indications de résection chirurgicale hépatique grâce au développement de l'embolisation portale préopératoire, mais aussi de proposer de nouvelles alternatives thérapeutiques telles que l'ablation tumorale percutanée, la chimio-embolisation intra-artérielle hépatique ou encore la radio-embolisation hépatique (radiothérapie interne sélective).

Comme pour toute décision oncologique, la prise en charge du patient en RI doit être discutée et décidée en réunion de concertation pluridisciplinaire (RCP), avant d'être proposée au patient lors d'une consultation avec un radiologue interventionnel. Lors de cette consultation, le patient sera également informé du déroulement de l'intervention, des bénéfices attendus ainsi que des risques encourus et des potentielles complications.

L'objectif de cet article est de décrire le principe, les indications, la technique et les résultats obtenus de trois procédures courantes de RI oncologique hépatique: l'embolisation portale préopératoire, la chimio-embolisation intra-artérielle et la radio-embolisation.

# Embolisation portale préopératoire

## Principe

L'embolisation portale consiste à occlure une partie du réseau veineux portal dans le but de redistribuer le flux sanguin vers les branches portales non occluses afin d'hypertrophier le parenchyme hépatique qu'elles vascularisent.

Cette technique est fréquemment utilisée en préopératoire d'une hépatectomie droite dans le but d'hypertrophier le foie gauche et d'augmenter ses capacités fonctionnelles pour assurer une fonction hépatique suffisante du futur foie restant et éviter les risques d'insuffisance hépatique post-opératoire (Figure 1).

## Indications

L'embolisation portale est indiquée lorsqu'une chirurgie de résection hépatique est envisagée mais non réalisable compte tenu de l'insuffisance de volume du futur foie restant qui ne permet pas d'assurer la fonction hépatique post-opératoire.

Les indications oncologiques de ces chirurgies de résection hépatique majeure sont essentiellement représentées par les métastases hépatiques, notamment de cancers colorectaux [2] (Figure 2), mais aussi par les néoplasies primitives hépatobiliaires [3,4]. Plusieurs facteurs vont conditionner la réalisation ou non d'une embolisation portale préopératoire : le type et l'étendue de la chirurgie envisagée, la fonction hépatique de base du patient et le volume du futur foie restant.

La volumétrie hépatique s'effectue à partir d'une imagerie en coupes (scanner ou IRM) réalisée avec injection de produit de contraste. Les images de la phase portale sont traitées manuellement ou semi-automatiquement par un opérateur qui délimite les contours des différentes zones d'intérêt (i.e. tumeur, futur foie réséqué, et futur foie restant), coupe par coupe. Un logiciel calcule ensuite le volume de chaque zone d'intérêt.

La mesure de la fonction du futur foie restant apparaît comme un outil beaucoup plus pertinent puisqu'il tient compte de la qualité du parenchyme hépatique. L'estimation de la fonction hépatique est réalisée en pratique par la scintigraphie hépatobiliaire à la <sup>99m</sup>Tc-mébrofénine [5]. Il est fort probable que cette technique remplace très prochainement l'évaluation volumétrique.

## Technique

L'intervention se déroule dans une salle dédiée à la RI pourvue d'équipements de radiologie

permettant le guidage du geste par imagerie, en conditions d'asepsie stricte. L'embolisation portale est une intervention douloureuse, elle est donc réalisée sous anesthésie générale. Sous guidage échographique, le radiologue ponctionne une branche portale sectorielle par voie transcutanée à l'aide d'une aiguille 20 ou 22 Gauges par technique de Seldinger [6]. Deux stratégies sont possibles: l'abord homolatéral (ponction via le futur foie réséqué) ou l'abord controlatéral (ponction à travers le futur foie restant), à la discrétion de l'opérateur, chaque voie d'abord ayant ses avantages et inconvénients. L'accès portal est ensuite sécurisé par la mise en place d'un introducteur permettant de cathétériser le tronc porte. A ce stade, une portographie est réalisée (Figure 3) permettant de visualiser les branches à emboliser. Celles-ci sont ensuite successivement cathétérisées et embolisées. L'agent d'embolisation le plus communément utilisé est le cyanoacrylate [7], qui est mélangé à un agent radio-opaque, le Lipiodol Ultra Fluide, indispensable pour rendre le mélange visible durant l'injection. En fin de procédure, une embolisation du trajet de ponction, notamment en cas d'abord homolatéral, ou une compression manuelle lors d'un abord controlatéral pourront être réalisés lors du retrait du matériel pour limiter le risque hémorragique.

## Résultats

L'embolisation portale est une intervention très bien tolérée sur le plan clinico-biologique permettant une durée d'hospitalisation de moins de 3 jours le plus souvent.

Les complications sont rares, majoritairement représentées par l'hématome, l'abcès hépatique, la thrombose porte et l'embolisation de vaisseaux non cibles, avec une morbidité estimée entre 2,2 et 7,5% et une mortalité entre 0 et 0,3% [8–10].

Les résultats de la littérature concernant l'hypertrophie du futur foie restant après embolisation portale sont variables et dépendent du délai écoulé entre l'intervention et l'évaluation, mais aussi et surtout de l'état du parenchyme hépatique sous-jacent, principal facteur limitant de l'évaluation volumétrique. Il apparaît donc plus pertinent en pratique clinique de mesurer directement l'évolution de la fonction hépatique du futur foie restant grâce à la scintigraphie hépatobiliaire à la  $^{99m}\text{Tc}$ -mebrofenine, et ce d'autant plus que l'équipe d'Amsterdam a montré que l'augmentation de la fonction du futur foie restant survient avant celle de son volume et que fonction et volume sont mal corrélés après embolisation portale [11,12] (Figure 4). Cette équipe a proposé un seuil de clairance de la  $^{99m}\text{Tc}$ -mébrofénine de 2,69%/min/m<sup>2</sup> au-delà duquel il n'y aurait pas de risque accru de

défaillance hépatique post-opératoire, seuil qui devrait bientôt être validé par une étude prospective.

L'embolisation portale préopératoire est une technique très efficace puisqu'elle permet à la plupart des patients d'accéder à la chirurgie (80% à 85% des patients selon les séries [8–10]). Bien qu'il n'existe pas consensus sur ce délai, l'hépatectomie est communément réalisée entre 4 et 6 semaines après l'embolisation portale, ce qui semble être un bon compromis pour obtenir une hypertrophie satisfaisante du foie tout en évitant une progression tumorale. En effet, les deux principales raisons de non résection sont représentées par la progression tumorale, dans le futur foie restant ou extra-hépatique, qui contre-indique la chirurgie, et l'insuffisance d'hypertrophie.

Plusieurs solutions ont été développées pour potentialiser les effets de l'embolisation portale lorsque celle-ci ne suffit pas. Parmi elles, l'embolisation de la veine hépatique droite qui peut être réalisée soit lors d'une deuxième intervention [13], ce qui implique une augmentation du délai jusqu'à la chirurgie et donc accroît le risque de progression tumorale, soit simultanément à l'embolisation portale, appelée procédure de privation veineuse hépatique, augmentant la vitesse de croissance du volume avec une très bonne tolérance clinique [14]. La privation veineuse étendue, associant la privation veineuse à l'embolisation de la veine sus-hépatique médiane, semble encore plus efficace en termes de gain de volume et de fonction et est également très bien tolérée [15].

## **Chimioembolisation intra-artérielle hépatique (CIAH)**

### **Principe**

La chimioembolisation intra-artérielle hépatique (CIAH) est une des procédures endovasculaires les plus couramment réalisées en RI. Elle consiste à cathétériser l'artère hépatique via un accès artériel fémoral dans le but d'injecter un agent chimiothérapeutique et un agent embolisant qui vont agir localement sur les tumeurs hépatiques [16]. Le rationnel de cette technique repose sur le fait que les tumeurs hépatiques sont essentiellement vascularisées par un flux artériel à l'inverse des hépatocytes sains dont l'apport sanguin est majoritairement issu du réseau portal. Le mécanisme d'action de la CIAH est double, couplant effet chimiothérapeutique local et ischémie tumorale grâce à l'embolisation.

## **Indications**

La CIAH a un rôle important dans la prise en charge du carcinome hépatocellulaire (CHC). Elle est en effet le traitement de référence du CHC de stade B dans la classification BCLC (Barcelona Clinic Liver Cancer Group) selon les recommandations européennes et américaines [17,18]. La CIAH peut également être réalisée en traitement d'attente pour les patients inscrits sur liste de transplantation hépatique, ou encore en traitement néo-adjuvant pour diminuer le volume tumoral avant d'envisager une résection chirurgie ou une ablation percutanée.

La CIAH est également indiquée dans le traitement des métastases hépatiques [19], notamment de tumeurs neuroendocrines [20]. Les meilleurs candidats à la CIAH sont ceux ayant une atteinte métastatique hépatique prédominante et/ou symptomatique sans possibilité de résection chirurgicale (typiquement, une atteinte bi-lobaire) (Figure 5).

Lorsque les lésions sont multiples et intéressent les deux lobes hépatiques, plusieurs sessions de CIAH seront nécessaires, en général espacées de 4 à 6 semaines, afin de ne pas traiter tout le parenchyme dans le même temps.

Les principales contre-indications de la CIAH sont :

- L'insuffisance hépatique, qui expose au risque de défaillance hépatique post-procédure
- La thrombose porte, qui contre-indique l'embolisation artérielle (risque d'ischémie hépatique)
- L'obstacle biliaire qui augmente le risque de complications infectieuses (cholangite, nécrose biliaire, abcès)
- L'insuffisance rénale sévère

## **Technique**

### ***Considérations techniques***

Plusieurs aspects techniques sont variables dans la CIAH, il en résulte donc une grande hétérogénéité de pratiques [21].

Premièrement, il existe deux types de CIAH. La CIAH conventionnelle, aussi appelée CIAH lipiodolée, consiste à injecter un agent chimiothérapeutique mélangé à du Lipiodol (Guerbet, Aulnay-sous-bois, France), rendant l'émulsion radio-opaque, puis à injecter un agent

embolisant, le plus souvent de la gélatine résorbable. La CIAH aux billes chargées diffère quelque peu puisqu'elle consiste en l'injection de microbilles ayant un pouvoir embolisant, couplées à un agent chimiothérapeutique qui sera peu à peu relargué dans la tumeur. Le choix entre ces deux techniques n'est pas consensuel, il dépend notamment du nombre et de la localisation des lésions à traiter.

Deuxièmement, il n'existe pas de standardisation de la technique concernant le positionnement du cathéter pour l'injection du traitement. La CIAH peut être hypersélective (artère nourricière de la tumeur), sélective (artère segmentaire) ou encore lobaire (branche droite ou gauche de l'artère hépatique). Bien qu'un cathétérisme sélectif ou hypersélectif soit associé à une meilleure réponse tumorale [22], le positionnement du cathéter est laissé à l'appréciation de l'opérateur et dépend de plusieurs facteurs: nombre et localisation des lésions à traiter, type de CIAH envisagé (une CIAH aux billes chargées impose un cathétérisme sélectif tandis qu'une CIAH lipiodolée lobaire est réalisable), complexité du cathétérisme artériel et présence ou non d'une fragilité artérielle sous-jacente (notamment lorsque plusieurs CIAH ont déjà été réalisées).

Enfin, l'agent chimiothérapeutique varie lui aussi. La doxorubicine est l'agent le plus largement utilisé [21], mais l'idarubicine, le cisplatine, la mitomycine C sont également employés et il n'existe pas de décision consensuelle sur l'agent à privilégier. Dans le cas particulier des métastases neuroendocrines, la streptozocine a démontré une meilleure réponse tumorale que la doxorubicine dans une analyse multivariée, sans corroboration cependant en analyse univariée [23].

### ***Déroulement***

La CIAH n'est pas une intervention douloureuse, elle ne nécessite pas d'anesthésie générale le plus souvent. Avant le début de l'intervention, la perméabilité porte doit être vérifiée par échographie. Le radiologue interventionnel ponctionne l'artère fémorale sous anesthésie locale par technique de Seldinger [6] puis met en place un introducteur pour sécuriser l'abord artériel. Le tronc coélique est ensuite cathétérisé et une artériographie est réalisée pour repérer l'anatomie artérielle et ses éventuelles variantes et détecter les lésions tumorales (Figure 6). Les salles de RI étant pourvues d'équipements de plus en plus performants, l'angiographie a peu à peu été remplacée par une acquisition cone beam, générant des images 3D et augmentant ainsi la détection des tumeurs et de leurs artères

nourricières [24]. Certaines des salles de RI les plus récentes sont équipées d'un scanner qui permet de remplacer l'angiographie 2D dans le tronc cœliaque par une acquisition TDM injectée (Figure 7). L'opérateur cathétérise ensuite l'artère hépatique propre et positionne le cathéter plus ou moins sélectivement (comme décrit ci-dessus). Le traitement est injecté sous contrôle de l'imagerie, jusqu'à l'obtention d'une stase vasculaire correspondant à une embolisation efficace. Un cone beam ou une acquisition TDM est réalisée en fin d'intervention pour évaluer la captation tumorale du traitement (Figure 8), facteur prédictif de réponse tumorale [25].

## **Résultats**

La survenue d'un syndrome post-embolisation associant douleur de l'hypochondre droit, fièvre, nausées et vomissements concerne la majorité des patients et justifie la surveillance en hospitalisation pendant 48 heures après la CIAH, durée le plus souvent suffisante à l'amendement des symptômes. Sur le plan biologique, le syndrome post-embolisation s'accompagne d'une cytolyse transitoire, parfois majeure. La CIAH est une technique éprouvée dont les complications graves sont rares, avec un taux de mortalité estimé à 0.5% dans une série de 8510 patients et 0.6% dans une revue systématique incluant 10108 patients traités par CIAH pour CHC [26,27]. Une des principales complications majeures est la survenue d'une insuffisance hépatique aigue, notamment chez les patients cirrhotiques et/ou porteurs d'un envahissement tumoral étendu du parenchyme hépatique pour lesquels il est nécessaire de prévoir plusieurs séances de CIAH afin de ne pas traiter tout le foie en une seule intervention [28]. Les complications biliaires sont représentées par la cholangite et la formation d'un bilome voire d'un abcès hépatique. Les facteurs de risque de la survenue de ces complications sont l'existence d'une anastomose bilio-digestive, la présence d'une prothèse biliaire et l'antécédent de sphinctérotomie. Ils doivent systématiquement faire reconsidérer l'indication de la CIAH et imposent une antibioprophylaxie si la CIAH est réalisée [29]. L'embolisation de vaisseaux non cibles est une complication rare pouvant conduire à la survenue d'une cholécystite ischémique, d'un ulcère gastroduodéal, d'une pancréatite aiguë ou encore d'une pleurésie [29]. Enfin, les complications vasculaires liées au cathétérisme de l'artère hépatique (dissection et/ou thrombose) sont rarement graves mais ne doivent pas être négligées car elles ont un impact sur les choix thérapeutiques ultérieurs en contre-indiquant la voie trans-artérielle.

La réponse tumorale est évaluée par imagerie en coupes (TDM ou IRM) avec injection de

produit de contraste iodé et acquisition multiphasique 4 à 6 semaines après la CIAH. L'effet attendu de la CIAH est la nécrose tumorale, qui ne modifie pas immédiatement la taille de la tumeur et qui est donc mal évaluée par le système RECIST (Response Evaluation Criteria In Solid Tumors), basé uniquement sur la taille des lésions. Après CIAH, c'est l'analyse du rehaussement des lésions, et donc de leur vascularisation, qui permet d'évaluer au mieux la réponse tumorale. La réponse est complète lorsque la lésion traitée ne comporte plus de portion rehaussée (Figure 9). Le système mRECIST (modified RECIST) qui ne prend en compte que la portion viable de la tumeur (se rehaussant après injection au temps artériel) est dorénavant recommandé par les sociétés savantes pour l'évaluation du CHC [17,18]. Cependant, pour les CHC à dynamique de rehaussement atypique (sans rehaussement artériel) et pour les métastases, les critères RECIST classiques restent la référence.

Dans la prise en charge du CHC, la CIAH a largement montré sa supériorité comparativement aux soins de support pour les CHC de stade BCLC B. La revue systématique de 2016 de Lencioni et al. incluant 10108 patients traités par TACE conventionnelle retrouvait un taux de réponse objective de 52.5% (IC95% 43.6-61.5) et un taux de survie de 70.3% à 1 an et 51.8% à 2 ans [27]. Un essai contrôlé randomisé comparant CIAH conventionnelle et CIAH aux billes chargées retrouvait des taux de survie à 1 an de 83.5% et 86.2% respectivement, et à 2 ans de 55.4% et 56.8% respectivement, sans différence entre les deux techniques [30]. Les métastases de tumeurs neuroendocrines sont des tumeurs très vascularisées pour lesquelles la CIAH a largement prouvé son efficacité clinique [20]. Une amélioration des symptômes est observée chez 52 à 86% des patients, et 70% présentent une réponse symptomatique complète lorsque la CIAH est utilisée en traitement de première ligne. Plusieurs séances de CIAH sont parfois nécessaires pour obtenir une réponse tumorale. Enfin, lorsque la CIAH est inefficace ou insuffisante pour ralentir la progression tumorale, d'autres options thérapeutiques doivent être envisagées (radioembolisation, traitement systémique...).

## **Radioembolisation hépatique (RE)**

### **Principe**

La radioembolisation hépatique (RE), également appelée radiothérapie interne sélective (selective internal radiation therapy ou SIRT en anglais), est une procédure endovasculaire en plein essor en RI. Elle consiste à injecter dans l'artère hépatique des microparticules

chargées d'Yttrium 90 (<sup>90</sup>Y), un isotope radioactif qui se désintègre en Zirconium 90 avec une demi-vie de 64h en émettant un rayonnement bêta de haute énergie avec une faible pénétration. Reposant sur le même rationnel que la CIAH, les microparticules injectées dans le réseau artériel vont préférentiellement rejoindre les tumeurs et y délivrer des doses très importantes tout en limitant la toxicité sur le parenchyme hépatique adjacent.

### **Indications**

Comme la CIAH, la RE intervient dans le traitement des CHC et des métastases hépatiques. Concernant le CHC, la RE présente un intérêt lorsqu'une CIAH est indiquée mais que la présence d'une thrombose porte empêche sa réalisation. En effet, les microsphères d'<sup>90</sup>Y ayant un faible pouvoir embolisant, la présence d'une thrombose porte n'est donc pas une contre-indication à la RE (Figure 10). La RE est également indiquée chez les patients non répondeurs à la CIAH, en traitement de deuxième intention. Il n'existe actuellement pas de critères permettant de sélectionner au mieux les patients pour la RE, cette technique n'étant encore pas intégrée dans les recommandations européennes de prise en charge du CHC faute de preuve scientifique de sa supériorité face aux traitements déjà existants [17]. Cependant, cette technique a montré une grande efficacité chez des patients bien sélectionnés, ce qui a récemment abouti à un remboursement par l'Assurance Maladie dans des situations spécifiques. De nombreuses études sont encore en cours pour optimiser la place de la RE dans l'arsenal thérapeutique du CHC et l'intégrer au mieux dans les recommandations des sociétés savantes.

Concernant les métastases, la RE a prouvé son efficacité et est remboursée pour les métastases hépatiques de cancer colorectal non opérables et progressant sous chimiothérapie systémique. Elle a également un rôle dans la prise en charge des métastases hépatiques de cancer du sein, de tumeur neuroendocrine et de mélanome. Comme pour la CIAH, lorsque les lésions sont multiples et intéressent les deux lobes hépatiques, la RE se fera en deux temps afin de traiter les deux lobes l'un après l'autre.

La RE semble également apporter un bénéfice dans la prise en charge du cholangiocarcinome intra-hépatique non résécable, pour lequel la prise en charge actuellement recommandée est la chimiothérapie systémique avec une survie globale de seulement 12 mois [31]. Un essai thérapeutique contrôlé randomisé multicentrique évaluant la RE en association avec la chimiothérapie versus la chimiothérapie seule en traitement de

première ligne du cholangiocarcinome intra-hépatique non opérable est actuellement en cours. Un essai monobras de phase II associant radioembolisation à la chimiothérapie systémique accepté dans la revue JAMA ONCOLOGY montre des résultats très encourageants.

## **Technique**

### ***Considérations techniques***

Il existe deux types de microsphères d'<sup>90</sup>Y selon le matériau utilisé pour leur fabrication: le verre (TheraSphere, BTG International) ou la résine (SIR-Sphere, Sirtex Medical), avec des propriétés intrinsèques différentes (Tableau 1).

### ***Déroulement***

Le traitement de RE se déroule en deux interventions séparées d'environ 1 à 2 semaines, chacune réalisée sous anesthésie locale.

La première étape est une phase de préparation au traitement de RE dont l'objectif premier est de s'assurer de l'absence de ciblage extra-hépatique. Pour commencer, le radiologue interventionnel cathétérise l'artère hépatique selon la même méthode que pour la CIAH. Le cathéter est ensuite positionné dans l'artère qui vascularise le territoire à traiter. Une angiographie, ou une acquisition cone-beam ou TDM selon l'équipement dont dispose l'opérateur dans la salle de RI, est réalisée pour repérer les éventuelles artères à destinée extra-hépatique qui doivent être embolisées afin de monopédiculiser l'artère à destinée tumorale dans laquelle sera injectée le traitement. Enfin, des macroaggrégats d'albumine marqués au technétium 99 (<sup>99m</sup>Tc-MAA) sont injectés à travers le cathéter dont la position est enregistrée comme position de référence (Figure 11). Au décours immédiat de l'intervention, le patient est transféré dans le service de médecine nucléaire où une scintigraphie est réalisée (Figure 12). Cet examen permet d'analyser la répartition des <sup>99m</sup>Tc-MAA afin de calculer le shunt hépato-pulmonaire et de vérifier l'absence de fixation extra-hépatique qui pourrait contre-indiquer la RE. Le calcul de la dose nécessaire pour le traitement est également réalisé grâce à cette scintigraphie. Le ciblage parfait de la tumeur, ainsi que la dose délivrée à la tumeur sont des éléments indispensables pour sélectionner les bons candidats à cette technique [33]. Ces points ont été récemment démontrés dans l'essai multicentrique DOSISPHERE réalisé avec Therasphere [34].

La deuxième étape est la phase de traitement à proprement parler. Le radiologue interventionnel cathétérise à nouveau l'artère hépatique, positionne le cathéter dans la position de référence utilisée pour l'injection des  $^{99m}\text{Tc}$ -MAA et injecte les microsphères chargées d' $^{90}\text{Y}$ .

Si la RE est prévue en deux sessions, le traitement du second lobe est réalisé environ 4 à 8 semaines après le traitement du premier lobe.

## Résultats

La RE est une intervention très bien tolérée sur le plan clinico-biologique, y compris chez les patients cirrhotiques et en présence d'une thrombose porte [16,35]. Les effets indésirables les plus fréquents sont peu graves et incluent la fatigue, les nausées et/ou vomissements et les douleurs abdominales [28,31]. La phase de préparation au traitement permet de limiter les complications radio-induites telles que les pneumopathies, les ulcères ou les pancréatites qui sont donc de survenue rare. L'insuffisance hépatique aiguë radio-induite due à l'atteinte du parenchyme hépatique sain est une complication spécifique de la RE, rare mais potentiellement grave [36].

De manière semblable à la radiothérapie externe, l'effet attendu de la RE est la fibrose tumorale, qui ne doit pas être évaluée trop précocement en imagerie pour ne pas la sous-estimer. En effet, la réponse tumorale est évaluée au mieux 3 à 6 mois après le traitement, par imagerie en coupes (TDM ou IRM) avec injection de produit de contraste iodé. Comme pour la CIAH, les critères RECIST sont peu adaptés à l'évaluation de la réponse tumorale après RE, la taille des lésions ne semblant pas corrélée à la réponse [28,31,35]. Dans l'attente de la validation de critères standardisés adaptés, l'évaluation de la réponse tumorale après RE est d'appréciation difficile et réservée aux radiologues spécialisés et expérimentés. (Figure 13).

Dans la prise en charge du CHC, la RE n'a pas prouvé sa supériorité sur la survie face aux thérapeutiques déjà existantes telles que la CIAH ou la chimiothérapie systémique (sorafénib) [17]. D'après les résultats de la littérature, la survie médiane après RE est de 16.9 à 17.2 mois pour le CHC de stade BCLC B et 10 à 12 mois pour le CHC de stade BCLC C avec invasion portale. Cependant, la RE semble présenter des avantages en termes de tolérance et de réponse tumorale. Des essais thérapeutiques contrôlés randomisés sont actuellement en cours et permettront de définir précisément la place de la RE dans la prise en charge du

CHC. La RE a prouvé son efficacité clinique dans la prise en charge des métastases hépatiques de cancer colorectal avec une amélioration du taux de réponse tumorale et un allongement de la survie sans progression hépatique [19,37]. La RE a également fait la preuve de son efficacité dans la prise en charge des métastases de tumeur neuroendocrine avec un contrôle de la maladie pouvant aller jusqu'à 100% [28]. Sa place par rapport à la CIAH reste cependant à définir. Enfin, les résultats des études rétrospectives concernant la RE en traitement du cholangiocarcinome non résécable sont encourageants mais sont à confirmer par des études prospectives, dont l'essai SIRCCA actuellement en cours [38].

## Conclusion

La RI est une discipline en constante évolution dont les techniques éprouvées jouent un rôle essentiel dans la prise en charge oncologique des patients atteints de tumeurs hépatiques malignes. La participation du radiologue interventionnel aux RCP est dorénavant indispensable et reflète son étroite collaboration avec les oncologues, chirurgiens et médecins nucléaires dans le parcours de soins du patient. Le RI devient un thérapeute comme les autres, assurant non seulement les interventions mais aussi les consultations, l'hospitalisation et le suivi du patient. En oncologie, la RI est maintenant le 4<sup>ème</sup> pilier de la prise en charge des patients, au côté de l'oncologie, de la chirurgie et de la radiothérapie.

## Légendes des figures et tableaux

Tableau I. Propriétés des microsphères d'<sup>90</sup>Y disponibles sur le marché [19,32]

Figure 1. Illustration du foie avant (A) et après (B) embolisation portale droite (schématisée par la croix rouge) conduisant à l'hypertrophie du foie gauche (segments II, III et IV).

Figure 2. Quatre coupes axiales successives (sens de lecture: de haut en bas et de gauche à droite) d'un scanner abdominal avec injection de produit de contraste iodé à la phase portale. Homme de 60 ans porteur de métastases hépatiques (têtes de flèches) d'un cancer colorectal localisées dans le lobe hépatique droit (en rouge). Le lobe hépatique gauche (en jaune) n'est pas suffisant pour assurer la fonction hépatique en cas de lobectomie droite. Il existe une indication d'embolisation portale droite préopératoire chez ce patient.

Figure 3. Portographie initiale avant embolisation portale droite, obtenue après injection de produit de contraste iodé par le cathéter en place dans le tronc porte (flèche), introduit par voie homolatérale. NB: opacification rétrograde de la veine splénique (tête de flèche) et flux préférentiel au niveau des branches portales intra-hépatiques droites.

Figure 4. Coupes axiales scanner (en haut) et imagerie de fusion (en bas) avant (à gauche) et après (à droite) embolisation portale droite réalisée avant hépatectomie droite pour métastases hépatiques chez un patient de 64 ans. La fonction du foie gauche évaluée par scintigraphie à la  $^{99m}\text{Tc}$ -mébrofénine montre une augmentation de 35 % de la fonction du foie gauche, bien visible sur l'imagerie de fusion. Ce patient avait une clairance estimée à  $3,2 \text{ \%}/\text{min}/\text{m}^2$  permettant la chirurgie prévue avec un très faible risque de défaillance hépatique post-hépatectomie.

Figure 5. Patiente de 67 ans porteuse de métastases hépatiques non résécables (lésions hypodenses multiples et diffuses dans le parenchyme hépatique) d'une tumeur neuroendocrine rectale fonctionnelle bien différenciée pour laquelle une CIAH a été validée en RCP. La distribution bilobaire des lésions implique la réalisation de deux sessions de CIAH, une lobaire gauche et une lobaire droite.

Figure 6. Patient de 44 ans porteur de métastases hépatiques non résécables d'une tumeur neuroendocrine bien différenciée d'origine inconnue pour lequel une CIAH a été décidée en RCP. Angiographie initiale 2D réalisée via le cathéter dans le tronc coélique (flèche 1) permettant de repérer l'anatomie artérielle (flèches 2: artère splénique, 3: artère gastrique gauche, 4: artère hépatique commune, 5: artère gastroduodénale, 6 et 7: branches gauche et droite de l'artère hépatique) ainsi que les blushs tumoraux hépatiques (têtes de flèches).

Figure 7. Coupe axiale (A) d'une acquisition TDM volumique obtenue après injection de produit de contraste iodé dans le tronc coélique, permettant des reconstructions 3D MIP axiales (B) et coronales (C) de la vascularisation artérielle.

Figure 8. Acquisition TDM sans injection en fin d'intervention après CIAH lipiodolée lobaire droite montrant la captation lipiodolée satisfaisante du parenchyme hépatique droit apparaissant spontanément hyperdense par rapport au parenchyme hépatique gauche. Cette patiente étant porteuse de métastases bi-lobaires (même patiente que Figure 5), une CIAH lipiodolée lobaire gauche a été réalisée 5 semaines plus tard.

Figure 9. Patient de 70 ans suivi pour une cirrhose métabolique compliquée d'un CHC bifocal. A: acquisition TDM injectée à la phase artérielle montrant un nodule hypervasculaire de 40mm du dôme hépatique (flèche). B: acquisition TDM non injectée après CIAH conventionnelle sélective montrant une bonne captation lipiodolée du nodule du dôme (flèche). C: IRM de contrôle à 8 semaines (séquence T1 injectée à la phase artérielle) montrant une nécrose complète du nodule (flèche) correspondant à une réponse complète.

Figure 10. Patient de 69 ans suivi pour cirrhose métabolique compliquée d'un CHC infiltrant du foie gauche (flèches) avec envahissement veineux portal gauche (têtes de flèches) pour lequel une radio-embolisation hépatique gauche a été décidée en RCP.

Figure 11. Angiographie soustraite finale de la phase préparatoire avant radio-embolisation hépatique gauche (même patient que la figure 10) montrant les coils (têtes de flèches) dans les artères embolisées pour monopédiculiser le territoire à traiter, et la position de référence du cathéter pour l'injection du traitement (flèche).

Figure 12. Imagerie de fusion scintigraphie/scanner réalisée après la phase préparatoire (même patient que la figure 10) montrant la fixation des MAA dans le foie gauche correspondant à un bon ciblage tumoral. Il n'y avait ni fixation extra-hépatique ni shunt hépato-pulmonaire significatif chez ce patient, le traitement de RE a donc été réalisé 14 jours plus tard.

Figure 13. Imagerie pré-thérapeutique (A) et post-thérapeutique à 2 mois (B) et 5 mois (C) après radio-embolisation hépatique gauche (même patient que la figure 10) retrouvant une atrophie du foie gauche et de la branche portale gauche témoignant d'une bonne réponse au traitement sans récurrence tumorale.

## Références

1. De Baere T. The IR Evolution in Oncology: Tools, Treatments, and Guidelines. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2017 Jan;40(1):3–8.
2. De Baere T, Roche A, Vavasseur D, Therasse E, Indushekar S, Elias D, et al. Portal vein embolization: utility for inducing left hepatic lobe hypertrophy before surgery. *Radiology*. 1993 Jul;188(1):73–7.

3. Nagino M, Nimura Y, Kamiya J, Kondo S, Uesaka K, Kin Y, et al. Changes in hepatic lobe volume in biliary tract cancer patients after right portal vein embolization. *Hepatology*. 1995 Feb;21(2):434–9.
4. Makuuchi M, Kosuge T, Lygidakis NJ. New possibilities for major liver surgery in patients with Klatskin tumors or primary hepatocellular carcinoma--an old problem revisited. *Hepatogastroenterology*. 1991 Aug;38(4):329–36.
5. De Graaf W, Van Lienden KP, Van Gulik TM, Bennink RJ. 99mTc-Mebrofenin Hepatobiliary Scintigraphy with SPECT for the Assessment of Hepatic Function and Liver Functional Volume Before Partial Hepatectomy. *J Nucl Med*. 2010 Jan 2;51(2):229–36.
6. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique. *Acta radiol*. 1953 May;39(5):368–76.
7. Guiu B, Bize P, Gunthern D, Demartines N, Halkic N, Denys A. Portal vein embolization before right hepatectomy: improved results using n-butyl-cyanoacrylate compared to microparticles plus coils. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2013 Oct;36(5):1306–12.
8. Abulkhir A, Limongelli P, Healey AJ, Damrah O, Tait P, Jackson J, et al. Preoperative portal vein embolization for major liver resection: a meta-analysis. *Ann Surg*. 2008 Jan;247(1):49–57.
9. Van Lienden KP, van den Esschert JW, de Graaf W, Bipat S, Lameris JS, van Gulik TM, et al. Portal vein embolization before liver resection: a systematic review. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2013 Feb;36(1):25–34.
10. Yamashita S, Sakamoto Y, Yamamoto S, Takemura N, Omichi K, Shinkawa H, et al. Efficacy of Preoperative Portal Vein Embolization Among Patients with Hepatocellular Carcinoma, Biliary Tract Cancer, and Colorectal Liver Metastases: A Comparative Study Based on Single-Center Experience of 319 Cases. *Ann Surg Oncol*. 2017 Feb 10;
11. De Graaf W, Van Lienden KP, Van den Esschert JW, Bennink RJ, van Gulik TM. Increase in future remnant liver function after preoperative portal vein embolization. *Br J Surg*. 2011 Jun;98(6):825–34.
12. Rassam F, Olthof PB, Van Lienden KP, Bennink RJ, Besselink MG, Busch OR, et al.

Functional and volumetric assessment of liver segments after portal vein embolization: Differences in hypertrophy response. *Surgery*. 2018 Dec 17;

13. Hwang S, Lee S-G, Ko G-Y, Kim B-S, Sung K-B, Kim M-H, et al. Sequential preoperative ipsilateral hepatic vein embolization after portal vein embolization to induce further liver regeneration in patients with hepatobiliary malignancy. *Ann Surg*. 2009 Apr;249(4):608–16.

14. Guiu B, Chevallier P, Denys A, Delhom E, Pierredon-Foulongne M-A, Rouanet P, et al. Simultaneous trans-hepatic portal and hepatic vein embolization before major hepatectomy: the liver venous deprivation technique. *Eur Radiol*. 2016 Dec;26(12):4259–67.

15. Guiu B, Quenet F, Escal L, Bibeau F, Piron L, Rouanet P, et al. Extended liver venous deprivation before major hepatectomy induces marked and very rapid increase in future liver remnant function. *Eur Radiol*. 2017 Jan 18;

16. Pesapane F, Nezami N, Patella F, Geschwind JF. New concepts in embolotherapy of HCC. *Med Oncol*. 2017 Apr;34(4):58.

17. European Association for the Study of the Liver. EASL Clinical Practice Guidelines: Management of hepatocellular carcinoma. *J Hepatol*. 2018 Jul;69(1):182–236.

18. Heimbach JK, Kulik LM, Finn RS, Sirlin CB, Abecassis MM, Roberts LR, et al. AASLD guidelines for the treatment of hepatocellular carcinoma. *Hepatology*. 2018;67(1):358–80.

19. Mahnken AH, Pereira PL, De Baere T. Interventional Oncologic Approaches to Liver Metastases. *Radiology*. 2013 Feb 1;266(2):407–30.

20. De Baere T, Deschamps F, Tselikas L, Ducreux M, Planchard D, Pearson E, et al. GEP-NETS update: Interventional radiology: role in the treatment of liver metastases from GEP-NETs. *Eur J Endocrinol*. 2015 Apr;172(4):R151-166.

21. Fohlen A, Tasu JP, Kobeiter H, Bartoli JM, Pelage JP, Guiu B. Transarterial chemoembolization (TACE) in the management of hepatocellular carcinoma: Results of a French national survey on current practices. *Diagn Interv Imaging*. 2018 Sep;99(9):527–35.

22. De Baere T, Arai Y, Lencioni R, Geschwind J-F, Rilling W, Salem R, et al. Treatment of Liver Tumors with Lipiodol TACE: Technical Recommendations from Experts Opinion. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2016 Mar;39(3):334–43.

23. Marrache F, Vullierme MP, Roy C, Assoued YE, Couvelard A, O'Toole D, et al. Arterial phase enhancement and body mass index are predictors of response to chemoembolisation for liver metastases of endocrine tumours. *British Journal of Cancer*. 2007 Jan;96(1):49–55.
24. Tacher V, Radaelli A, Lin M, Geschwind J-F. How I Do It: Cone-Beam CT during Transarterial Chemoembolization for Liver Cancer. *Radiology*. 2015 Jan 27;274(2):320–34.
25. Choi BI, Kim HC, Han JK, Park JH, Kim YI, Kim ST, et al. Therapeutic effect of transcatheter oily chemoembolization therapy for encapsulated nodular hepatocellular carcinoma: CT and pathologic findings. *Radiology*. 1992 Mar;182(3):709–13.
26. Takayasu K, Arii S, Ikai I, Omata M, Okita K, Ichida T, et al. Prospective cohort study of transarterial chemoembolization for unresectable hepatocellular carcinoma in 8510 patients. *Gastroenterology*. 2006 Aug;131(2):461–9.
27. Lencioni R, Baere T de, Soulen MC, Rilling WS, Geschwind J-FH. Lipiodol transarterial chemoembolization for hepatocellular carcinoma: A systematic review of efficacy and safety data. *Hepatology*. 2016;64(1):106–16.
28. De Mestier L, Zappa M, Hentic O, Vilgrain V, Ruszniewski P. Liver transarterial embolizations in metastatic neuroendocrine tumors. *Rev Endocr Metab Disord*. 2017 Dec;18(4):459–71.
29. Clark TWI. Complications of Hepatic Chemoembolization. *Semin Intervent Radiol*. 2006 Jun;23(2):119–25.
30. Golfieri R, Giampalma E, Renzulli M, Cioni R, Bargellini I, Bartolozzi C, et al. Randomised controlled trial of doxorubicin-eluting beads vs conventional chemoembolisation for hepatocellular carcinoma. *Br J Cancer*. 2014 Jul 15;111(2):255–64.
31. Mosconi C, Gramenzi A, Ascanio S, Cappelli A, Renzulli M, Pettinato C, et al. Yttrium-90 radioembolization for unresectable/recurrent intrahepatic cholangiocarcinoma: a survival, efficacy and safety study. *Br J Cancer*. 2016 Jul 26;115(3):297–302.
32. Kallini JR, Gabr A, Thorlund K, Balijepalli C, Ayres D, Kanters S, et al. Comparison of the Adverse Event Profile of TheraSphere® with SIR-Spheres® for the Treatment of Unresectable Hepatocellular Carcinoma: A Systematic Review. *Cardiovasc Intervent Radiol*.

2017 Jul;40(7):1033–43.

33. Allimant C, Kafrouni M, Delicque J, Ilonca D, Cassinotto C, Assenat E, et al. Tumor Targeting and Three-Dimensional Voxel-Based Dosimetry to Predict Tumor Response, Toxicity, and Survival after Yttrium-90 Resin Microsphere Radioembolization in Hepatocellular Carcinoma. *J Vasc Interv Radiol*. 2018;29(12):1662-1670.e4.
34. Garin E. A Multicentric and Randomized Study Demonstrating the Impact of MAA Based Dosimetry on Tumor Response in SIRT for HCC. Oral communication presented at; 2019; GEST.
35. Vilgrain V, Pereira H, Assenat E, Guiu B, Ilonca AD, Pageaux G-P, et al. Efficacy and safety of selective internal radiotherapy with yttrium-90 resin microspheres compared with sorafenib in locally advanced and inoperable hepatocellular carcinoma (SARAH): an open-label randomised controlled phase 3 trial. *Lancet Oncol*. 2017;18(12):1624–36.
36. Braat MNGJA, van Erpecum KJ, Zonnenberg BA, van den Bosch MAJ, Lam MGEH. Radioembolization-induced liver disease: a systematic review. *Eur J Gastroenterol Hepatol*. 2017 Feb;29(2):144–52.
37. Boas FE, Bodei L, Sofocleous CT. Radioembolization of Colorectal Liver Metastases: Indications, Technique, and Outcomes. *J Nucl Med*. 2017 Jan 9;58(Supplement 2):104S-111S.
38. Najran P, Lamarca A, Mullan D, McNamara MG, Westwood T, Hubner RA, et al. Update on Treatment Options for Advanced Bile Duct Tumours: Radioembolisation for Advanced Cholangiocarcinoma. *Curr Oncol Rep*. 2017;19(7).

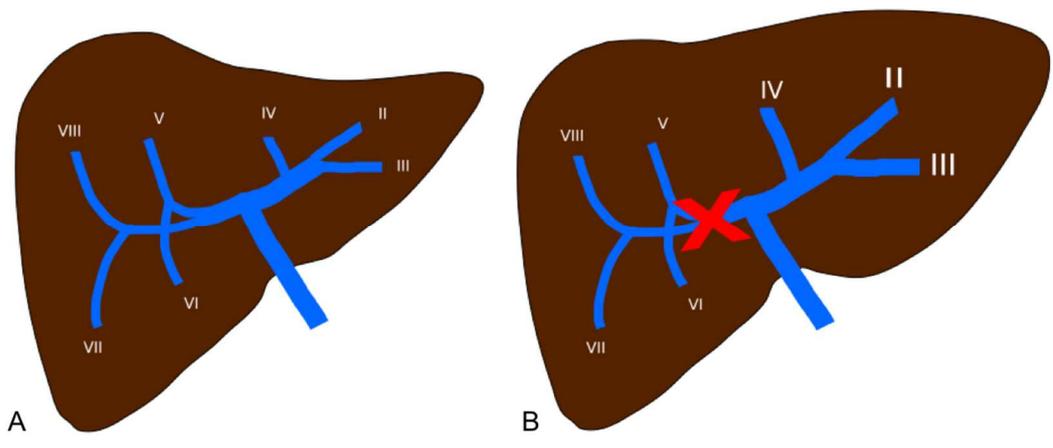


Figure 1. Illustration du foie avant (A) et après (B) embolisation portale droite (schématisée par la croix rouge) conduisant à l'hypertrophie du foie gauche (segments II, III et IV).

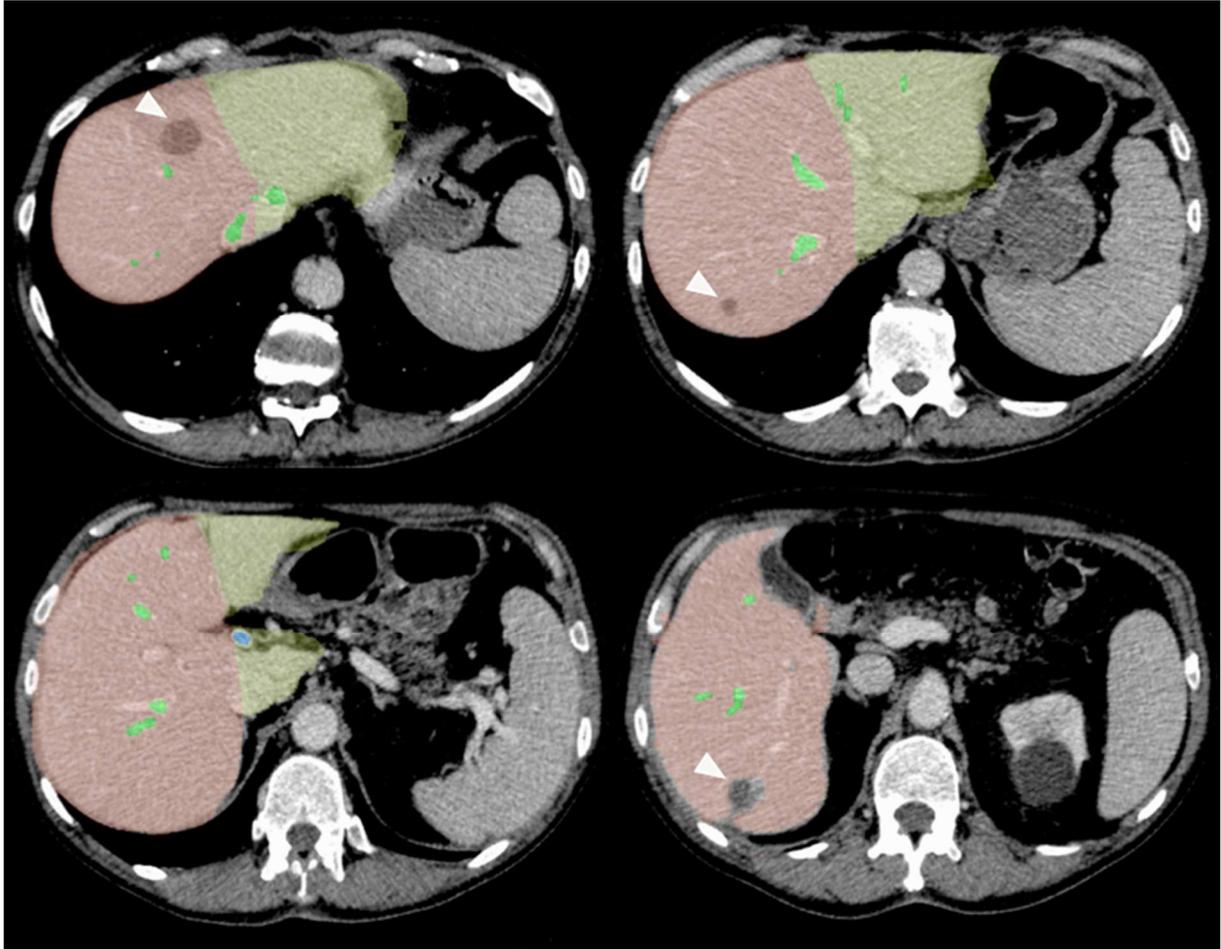


Figure 2. Quatre coupes axiales successives (sens de lecture: de haut en bas et de gauche à droite) d'un scanner abdominal avec injection de produit de contraste iodé à la phase portale. Homme de 60 ans porteur de métastases hépatiques (têtes de flèches) d'un cancer colorectal localisées dans le lobe hépatique droit (en rouge). Le lobe hépatique gauche (en jaune) n'est pas suffisant pour assurer la fonction hépatique en cas de lobectomie droite. Il existe une indication d'embolisation portale droite préopératoire chez ce patient.



Figure 3. Portographie initiale avant embolisation portale droite, obtenue après injection de produit de contraste iodé par le cathéter en place dans le tronc porte (flèche), introduit par voie homolatérale. NB: opacification rétrograde de la veine splénique (tête de flèche) et flux préférentiel au niveau des branches portales intra-hépatiques droites.

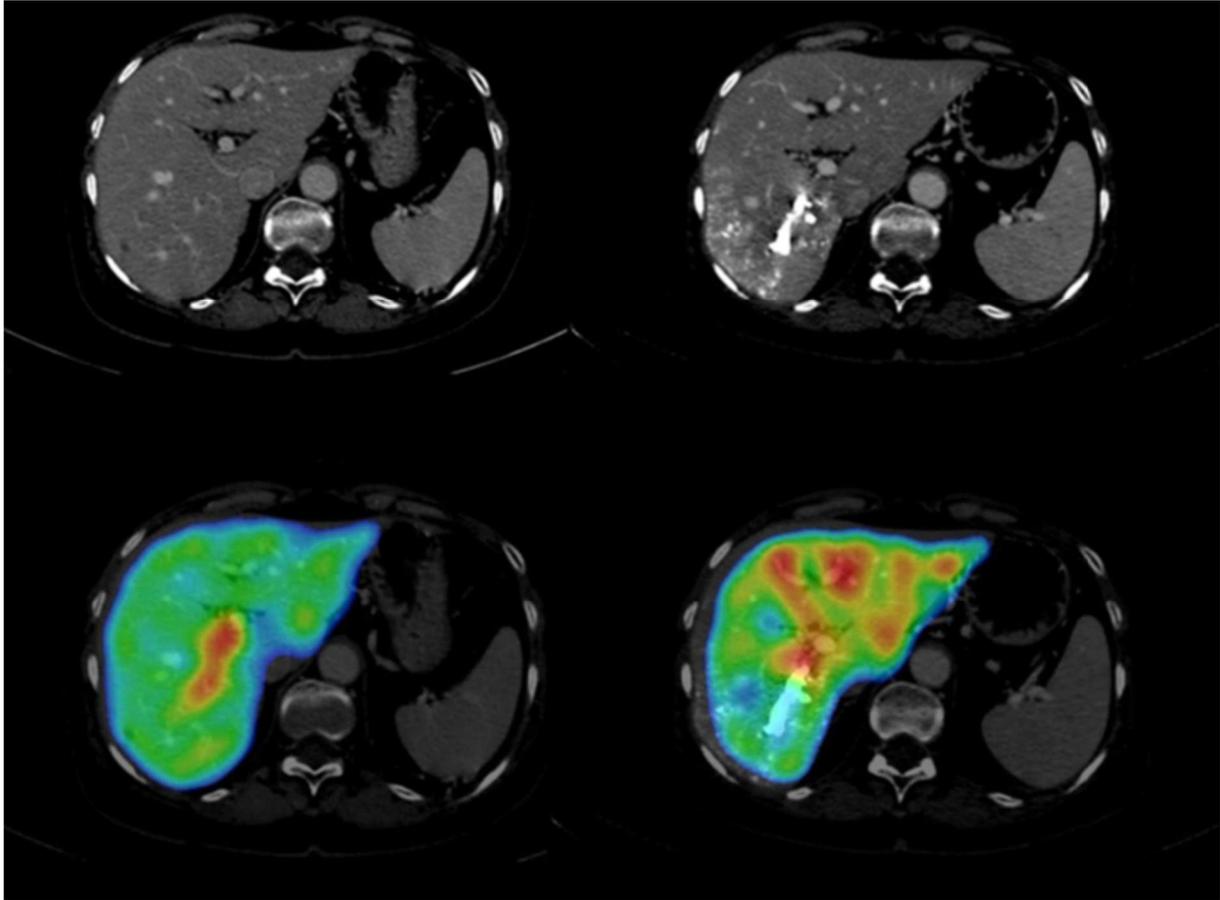


Figure 4. Coupes axiales scanner (en haut) et imagerie de fusion (en bas) avant (à gauche) et après (à droite) embolisation portale droite réalisée avant hépatectomie droite pour métastases hépatiques chez un patient de 64 ans. La fonction du foie gauche évaluée par scintigraphie à la  $^{99m}\text{Tc}$ -mébrofénine montre une augmentation de 35 % de la fonction du foie gauche, bien visible sur l'imagerie de fusion. Ce patient avait une clairance estimée à  $3,2 \text{ \%}/\text{min}/\text{m}^2$  permettant la chirurgie prévue avec un très faible risque de défaillance hépatique post-hépatectomie.



Figure 5. Patiente de 67 ans porteuse de métastases hépatiques non résecables (lésions hypodenses multiples et diffuses dans le parenchyme hépatique) d'une tumeur neuroendocrine rectale fonctionnelle bien différenciée pour laquelle une CIAH a été validée en RCP. La distribution bilobaire des lésions implique la réalisation de deux sessions de CIAH, une lobaire gauche et une lobaire droite.

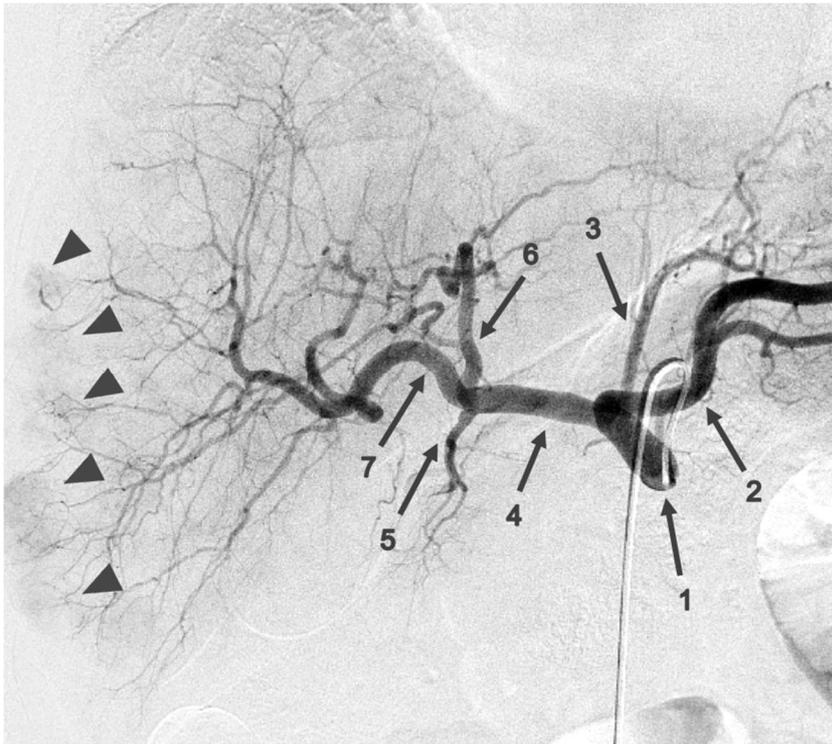


Figure 6. Patient de 44 ans porteur de métastases hépatiques non résécables d'une tumeur neuroendocrine bien différenciée d'origine inconnue pour lequel une CIAH a été décidée en RCP. Angiographie initiale 2D réalisée via le cathéter dans le tronc cœliaque (flèche 1) permettant de repérer l'anatomie artérielle (flèches 2: artère splénique, 3: artère gastrique gauche, 4: artère hépatique commune, 5: artère gastroduodénale, 6 et 7: branches gauche et droite de l'artère hépatique) ainsi que les blushs tumoraux hépatiques (têtes de flèches).

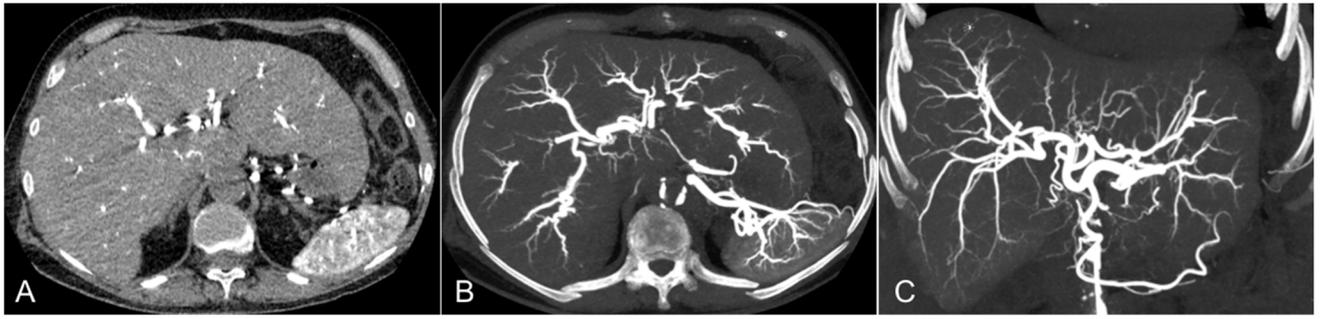


Figure 7. Coupe axiale (A) d'une acquisition TDM volumique obtenue après injection de produit de contraste iodé dans le tronc cœliaque, permettant des reconstructions 3D MIP axiales (B) et coronales (C) de la vascularisation artérielle.



Figure 8. Acquisition TDM sans injection en fin d'intervention après CIAH lipiodolée lobaire droite montrant la captation lipiodolée satisfaisante du parenchyme hépatique droit apparaissant spontanément hyperdense par rapport au parenchyme hépatique gauche. Cette patiente étant porteuse de métastases bi-lobaires (même patiente que Figure 5), une CIAH lipiodolée lobaire gauche a été réalisée 5 semaines plus tard.

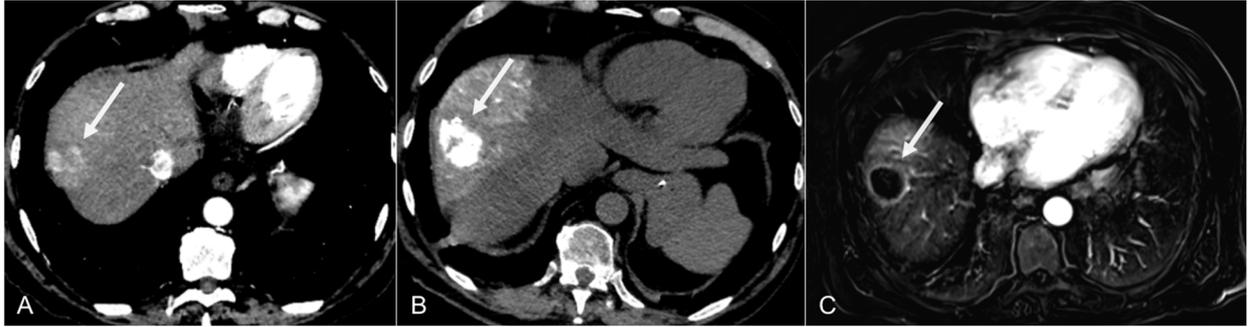


Figure 9. Patient de 70 ans suivi pour une cirrhose métabolique compliquée d'un CHC bifocal. A: acquisition TDM injectée à la phase artérielle montrant un nodule hypervasculaire de 40mm du dôme hépatique (flèche). B: acquisition TDM non injectée après CIAH conventionnelle sélective montrant une bonne captation lipiodolée du nodule du dôme (flèche). C: IRM de contrôle à 8 semaines (séquence T1 injectée à la phase artérielle) montrant une nécrose complète du nodule (flèche) correspondant à une réponse complète.

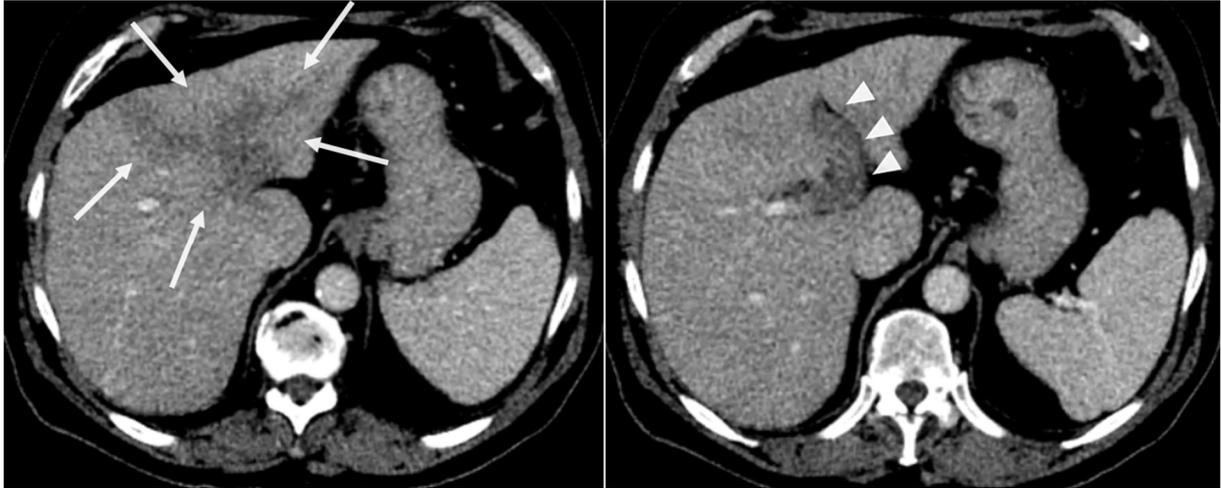


Figure 10. Patient de 69 ans suivi pour cirrhose métabolique compliquée d'un CHC infiltrant du foie gauche (flèches) avec envahissement veineux portal gauche (têtes de flèches) pour lequel une radio-embolisation hépatique gauche a été décidée en RCP.



Figure 11. Angiographie soustraite finale de la phase préparatoire avant radio-embolisation hépatique gauche (même patient que la figure 10) montrant les coils (têtes de flèches) dans les artères embolisées pour monopédiculiser le territoire à traiter, et la position de référence du cathéter pour l'injection du traitement (flèche).

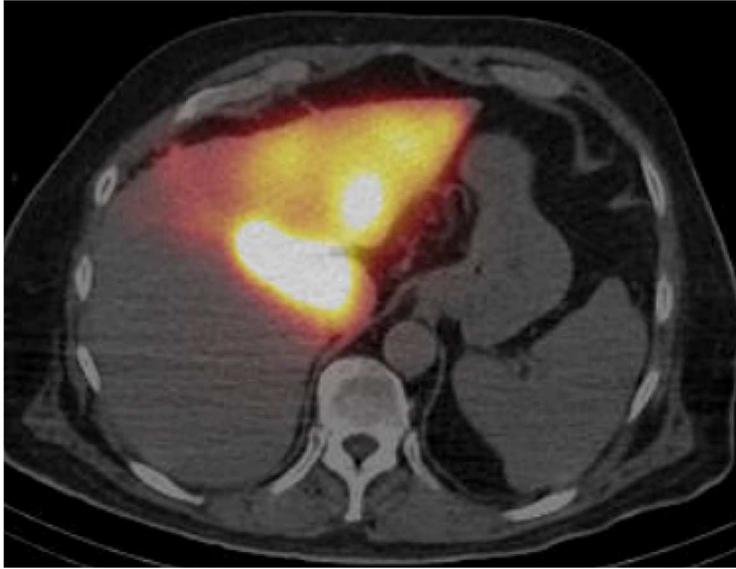


Figure 12. Imagerie de fusion scintigraphie/scanner réalisée après la phase préparatoire (même patient que la figure 10) montrant la fixation des MAA dans le foie gauche correspondant à un bon ciblage tumoral. Il n'y avait ni fixation extra-hépatique ni shunt hépato-pulmonaire significatif chez ce patient, le traitement de RE a donc été réalisé 14 jours plus tard.



Figure 13. Imagerie pré-thérapeutique (A) et post-thérapeutique à 2 mois (B) et 5 mois (C) après radio-embolisation hépatique gauche (même patient que la figure 10) retrouvant une atrophie du foie gauche et de la branche portale gauche témoignant d'une bonne réponse au traitement sans récurrence tumorale.

	<b>SIR-Spheres (Sirtex Medical)</b>	<b>TheraSphere (BTG international)</b>
<b>Matériau</b>	Résine	Verre
<b>Diamètre (µm)</b>	20-60	20-30
<b>Gravité (g/mL)</b>	1.6	3.2
<b>Activité par sphère (Bq)</b>	50	2500
<b>Nombre de sphères pour une dose de 3 Bq (millions)</b>	1.2	40-80
<b>Indications</b>	Traitement palliatif du CHC <sup>a</sup> Métastases de CCR en échappement thérapeutique <sup>b</sup>	Traitement palliatif du CHC <sup>a</sup>

Tableau I. Propriétés des microsphères d'<sup>90</sup>Y disponibles sur le marché [19, 32]

*CHC, carcinome hépatocellulaire; BCLC, Barcelona Clinic Liver Cancer; CCR, cancer colorectal*

<sup>a</sup>*CHC de stade BCLC B/C, avec thrombose portale, chez des patients ayant un état général conservé (score ECOG 0-1), une fonction hépatique préservée (Child-Pugh A ou B) et non éligibles ou en échec au sorafénib.*

<sup>b</sup>*Métastases hépatiques de cancer colorectal avec absence d'envahissement tumoral hépatique important (< 25%), sans localisation extra-hépatique, chez des patients ayant un état général conservé (score ECOG ≤ 2) et réfractaires ou intolérants à l'ensemble des thérapies intra-veineuses et orales reconnues, avec une progression sous chimiothérapie documentée.*