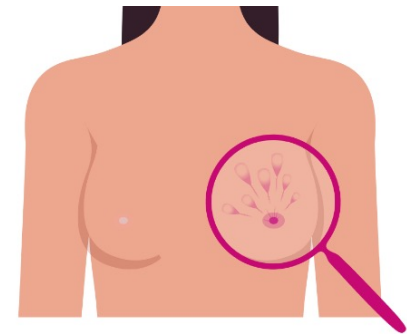


# Repérages pré-opératoires des cancers du sein infracliniques

**Elkind Laura**

Radiologue sénologue

Centre Antoine Lacassagne – Service d'imagerie et de chirurgie sénologique



## Enjeux du repérage radiologique

- Nécessité d'un repérage préopératoire pour permettre une localisation précise de la tumeur avec comme objectif une excision tumorale en marges saines et un résultat esthétique satisfaisant
- Détection de tumeurs non palpables en augmentation
- Augmentation du nombre de repérages pré-opératoires +++
- En 2022 : 22 000 actes de pose de repère mammaire réalisés dans les établissements publics et privés

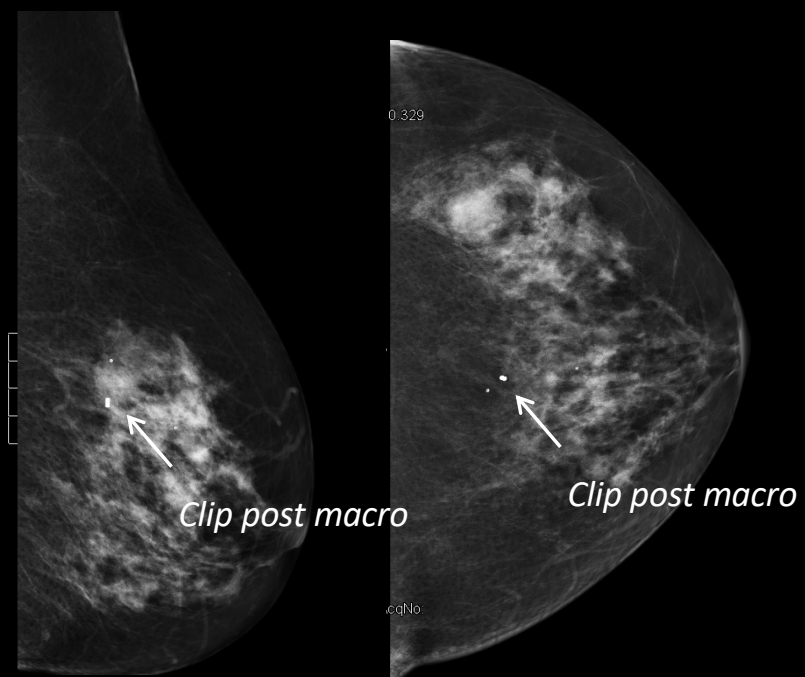
## Avant le repérage



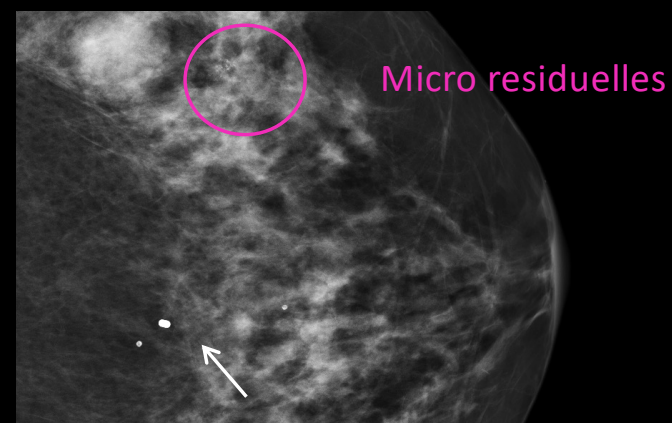
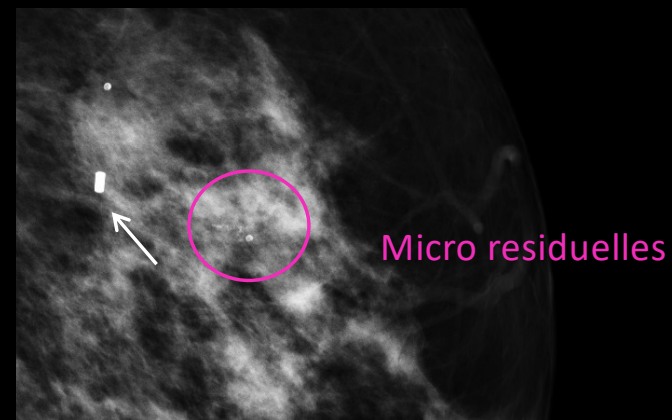
- Connaissance du dossier en amont + validation en **RCP** :
- Intérêt des **consultations – relectures d'imagerie**
- **But** :
  - ✓ Validation de la modalité de repérage : sous échographie, sous stéréotaxie,
  - ✓ Choix du type de repérage
  - ✓ Validation du nombre de repères notamment pour les lésions étendues en cas de traitement conservateur
- **Repérage sous échographie à privilégier** : Confort, contrôle en temps réel, technique fiable avec faible taux d'échec et de migration



## Repérage d'un CCIS sous forme d'un foyer de microcalcifications

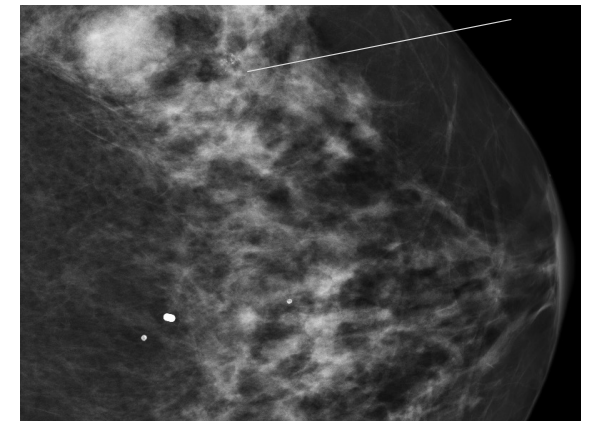
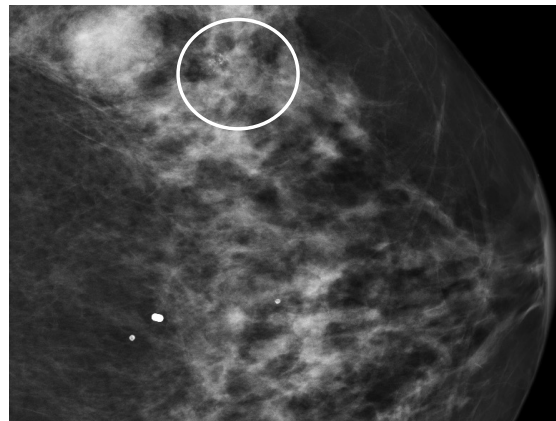
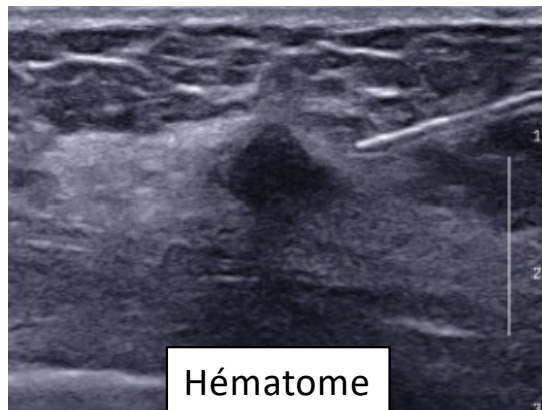


Migration du clip post macrobiopsie



## Repérage : migration du clip

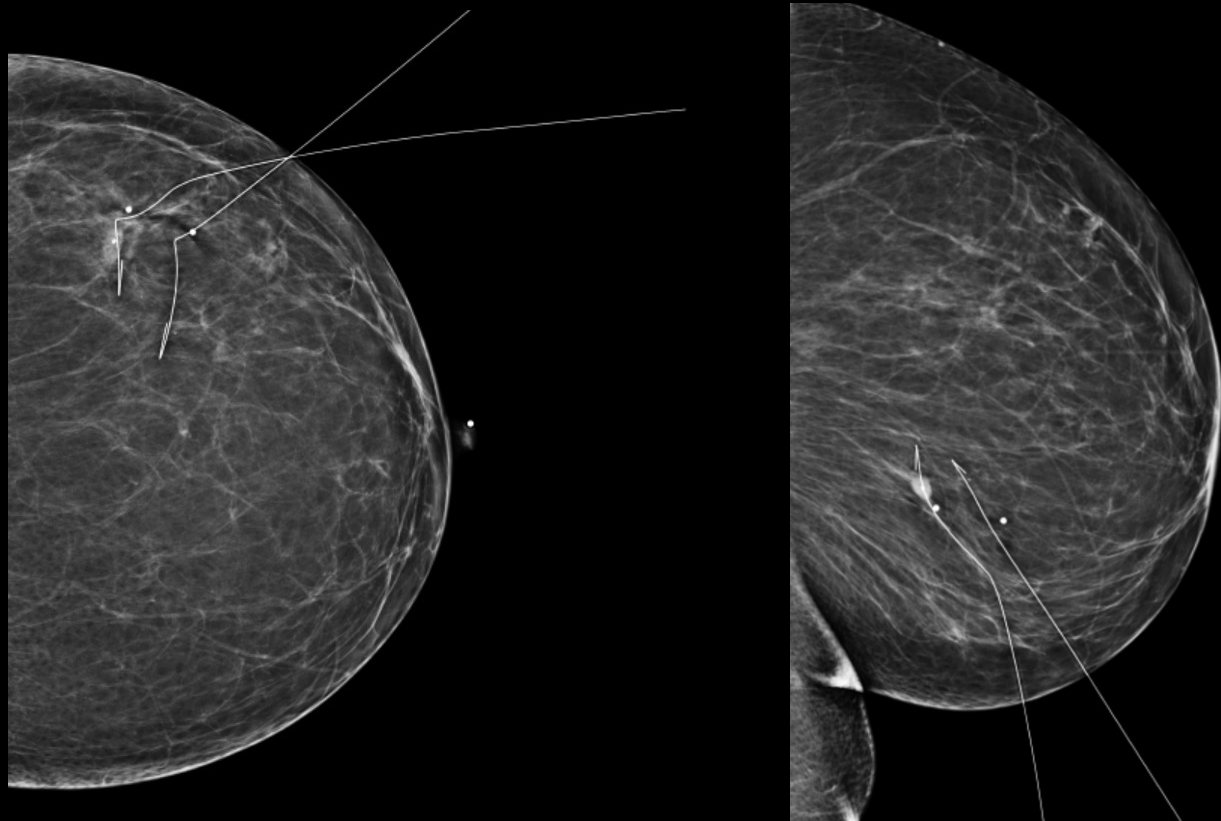
- Comment s'en sortir ?
- Repérage possible soit :
  - des microcalcifications résiduelles sous stéréotaxie.
  - de l'hématome post macrobiopsie si visible en échographie



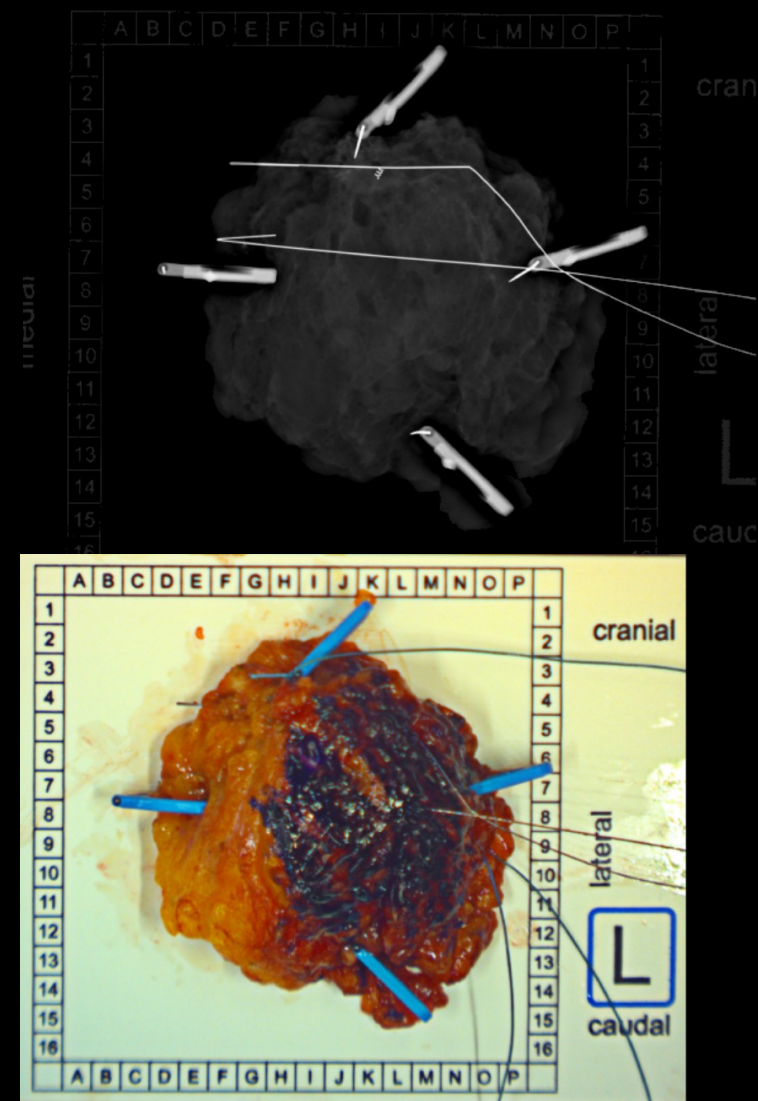
## Repérage par Harpon

- **Gold standard du repérage**, technique la plus ancienne
- Fil métallique inséré au sein de la tumeur sous contrôle échographique ou mammographique
- Doit être posé le jour ou la veille de l'intervention





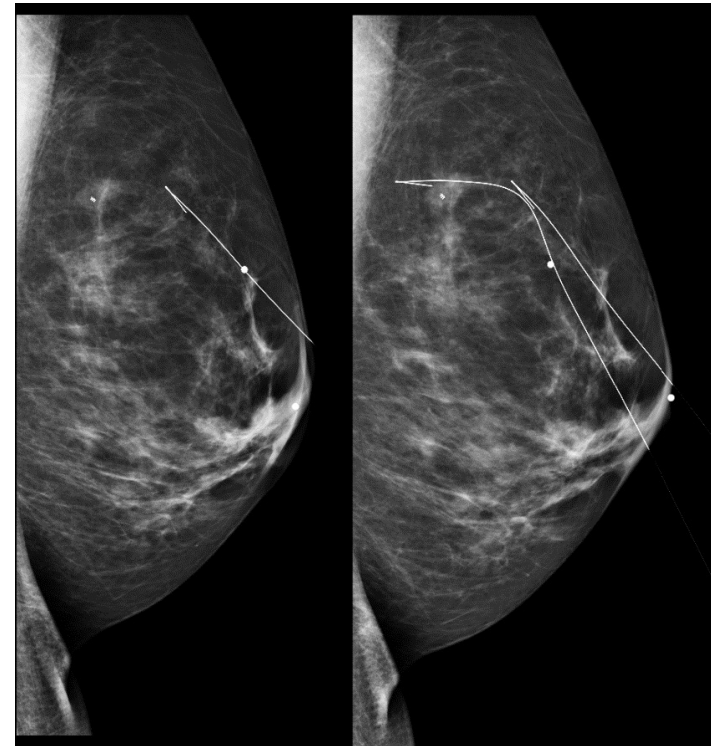
Repérage multiples par harpon



## Repérage par Harpon

### Comment limiter les déplacements 2 nd ?

- Son extrémité doit transfixier la tumeur.
- Privilégier une insertion avec un angle de 90° à la peau.
- Réduire le temps entre sa mise en place et le bloc



# Repérage par Harpon

## Avantages :

Cout faible ( 20 euros)

Simplicité de pose

Possibilité de repérages multiples

## Inconvénients :

Inconfort /douleur

Limitation des mouvements

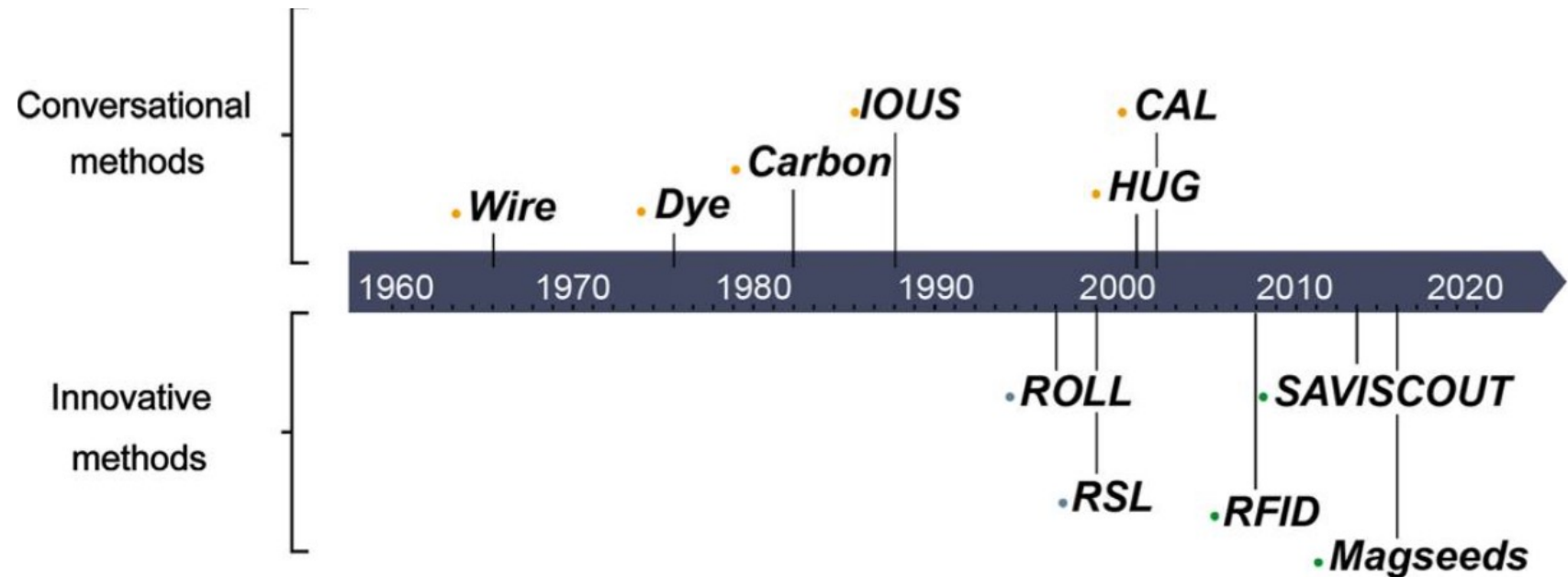
Risque de migration secondaire avant le bloc

Section lors de la chirurgie

Contraintes organisationnels

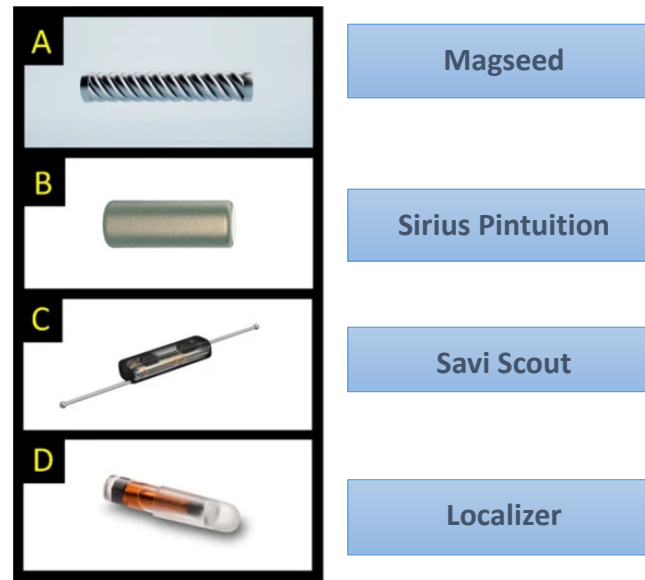


## Alternatives aux repérages par harpon



Lin Q et al. Innovations in the localization techniques for non-palpable breast lesions: Make invisible visible. Breast. 2025

# Nouveaux dispositifs disponibles depuis 2016



*Banys-Paluchowski, Maggie et al. "Localization Techniques for Non-Palpable Breast Lesions: Current Status, Knowledge Gaps, and Rationale for the MELODY Study" Cancers 2023*

**Table 1.** Comparison of different localization methods regarding oncological outcomes.

|                                                | Successful Excision         | Positive Margins <sup>1</sup> | Re-Operation Rate        | Data Quality                                                   |
|------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|--------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Wire-guided localization (WGL)                 | 99% [9,12]                  | 15–21% [9,10,12,14]           | 14–19% [9,10]            | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)                 |
| Radioactive seed localization (RSL)            | 100% [9]                    | 12–13% [9,10]                 | 10–15% [9,10]            | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)                 |
| Radio-guided Occult Lesion Localization (ROLL) | 99.5% [9]                   | 12–17% [9,10]                 | 9–10% [9,10]             | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)                 |
| Magseed                                        | 99.8% [12]                  | 13.3% [12]                    | 12% [12]                 | Large cohort studies [12], no RCTs (LoE 2b)                    |
| Sirius Pintuition                              | 100% [15]                   | 8% [15]                       | 4% [15]                  | Small cohort studies, one small RCT <sup>3</sup> [15] (LoE 2b) |
| MOLLI                                          | 100% [16]                   | 0% [16]                       | 0% [16]                  | Small phase I cohort study (LoE 4)                             |
| TAKUMI                                         | 100% [17]                   | 7.3% [17]                     | 4.9% [17]                | Small cohort study (LoE 4)                                     |
| SAVI SCOUT                                     | 99.64% [4]                  | n.d.                          | 12.8% [4]                | Systemic review and pooled analysis [4] (LoE 2b)               |
| LOCalizer                                      | 99.9% [18]                  | n.d.                          | 13.9% [18]               | Systemic review and pooled analysis [18] (LoE 2b)              |
| EnVisio                                        | n.d.                        | n.d.                          | n.d.                     | Case report [19] (LoE 5)                                       |
| Intraoperative ultrasound (IOUS)               | 100% [8] <sup>2</sup>       | 5% [8,10,11] <sup>2</sup>     | 5–7% [8,10] <sup>2</sup> | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) <sup>2</sup>    |
| Carbon                                         | 79.0–99.1% [20,21,22,23,24] | 75.0–96.4% [21,22,25]         | 7.1% [25]                | Cohort studies, no RCTs (LoE 4)                                |

≈ 100 % de résection tumorale complète



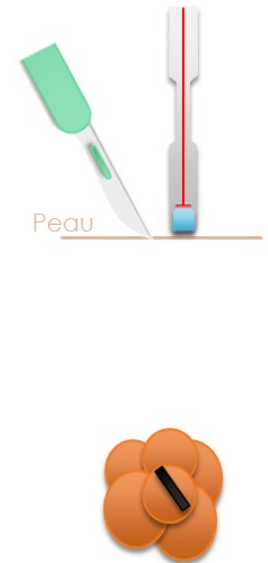
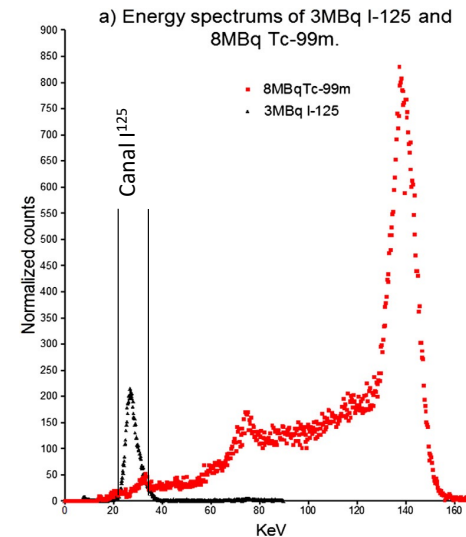
## Techniques de localisation radioactive

- Utilisation d'une sonde gamma pour détecter un marqueur radioactif
- Deux techniques : le **grain d'iode** (RSL) et **radiocolloïde** (technetium 99)
- Meilleure technique de repérage alternative validée
- Multiples études et méta-analyses, pas de différence significative avec le harpon

|                                     | Successful Excision | Positive Margins <sup>1</sup> | Re-Operation Rate | Data Quality                                   |
|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|
| Wire-guided localization (WGL)      | 99% [9,12]          | 15–21% [9,10,12,14]           | 14–19% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |
| Radioactive seed localization (RSL) | 100% [9]            | 12–13% [9,10]                 | 10–15% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |

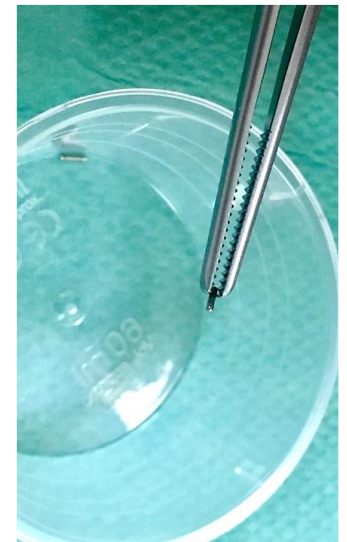
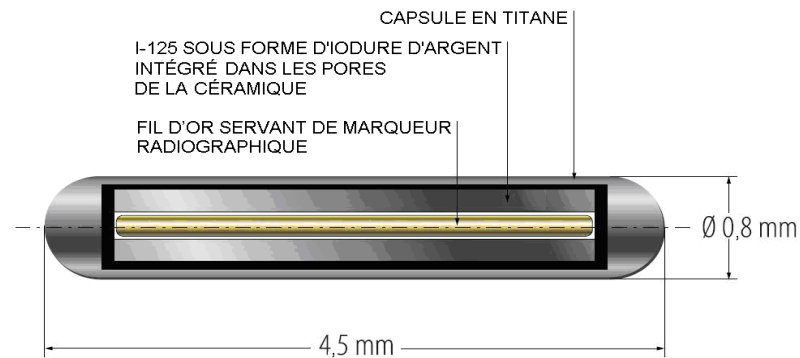
# Grain d'iode

- Source scellée d'iode I 125 radioactif
- Activité détectée par une sonde gamma pendant la chirurgie
- **Pas d'interférence avec la technique du GS : sonde capable de détecter de façon spécifique le Tc99m et/ou l'I125**



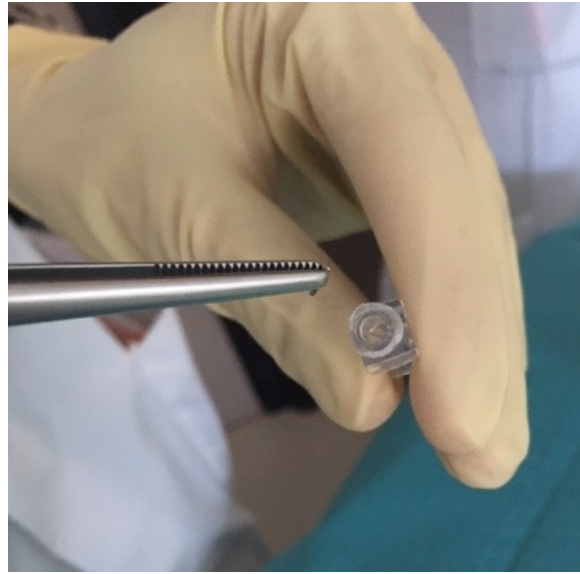
# Grain d'iode

- Grain d'iode (IsoSeed® I-125 - société Eckert & Ziegler )
- Élément radioactif en céramique contenant de l'iodure d'argent + un fil d'or servant de marqueur radiographique, encapsulés dans un cylindre en titane
- Iode 125 : rayonnement de faible énergie , **demi-vie = 2 mois**
- dose de radioactivité = 1 cliché de mammographie (5.5 mSv )

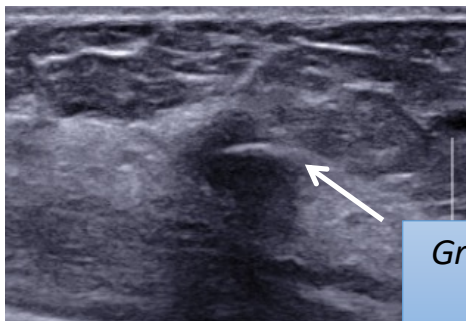
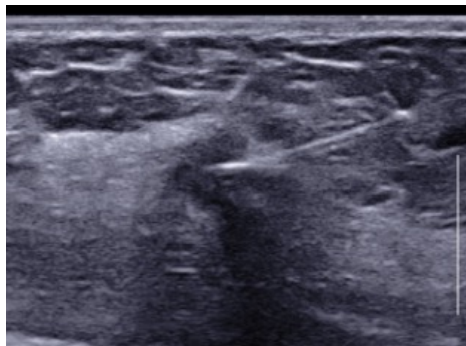
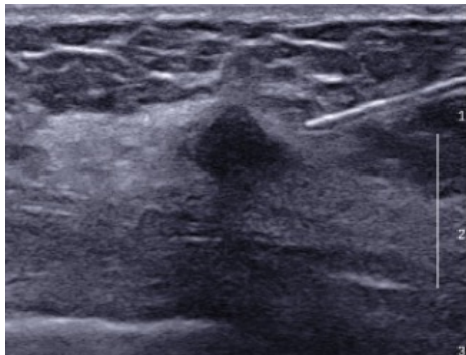


# Grain d'iode

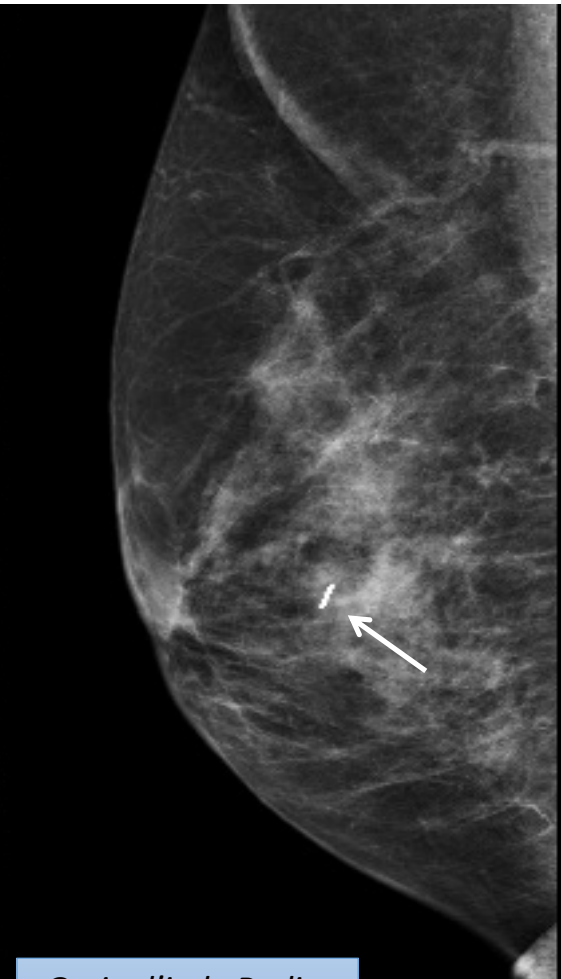
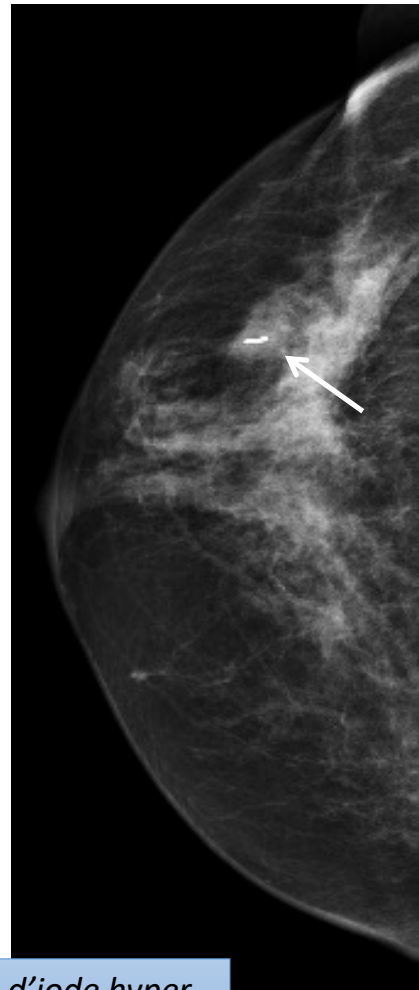
- Implantation sous guidage échographique ou stéréotaxique
- Grain d'iode radioactif placé dans l'aiguille par le radiologue



Repérage sous échographie d'une masse ACR6 à l'union des quadrants externes



*Grain d'iode hyper-échogène*



*Grain d'iode Radio-opaque*

# Etude Iodine breast

- Etude prospective multicentrique randomisée de 2016 à 2021
- 378 patientes

## Critères d'inclusion

- ✓ carcinome invasif ou canalaire in situ unifocal
- ✓ non palpable (taille  $> 5$  mm et  $\leq 30$  mm en imagerie)
- ✓ masse en écho et/ou microcalcifications en MG

## Critères de non inclusion

Antécédent de cancer du sein homolatéral , chimiothérapie néoadjuvante , lésions multiples , patientes métastatiques

*The IODINE BREAST, a randomised, non-inferiority trial.” European journal of surgical oncology , 2026*

## Etude Iodine breast

- Comparaison de 2 techniques de repérage des tumeurs non palpables (infiltrantes ou in situ) avant traitement chirurgical conservateur associée ou non à un geste axillaire (GS ou curage axillaire)
  - repérage par harpon
  - repérage par grain d'iode

# Etude Iodine breast

## • Résultats :

- ✓ Concernant le taux de résection incomplète , repérage par grains d'iode non inférieur au repérage par harpon.
- ✓ Performances chirurgicales: taux de reprise et le volume des pièces opératoires comparables

Surgical outcomes.

|                                            | Wire guided (N = 180) | <sup>125</sup> I-seed (N = 173) | P-value | Missing data N (%)     |
|--------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------|------------------------|
|                                            | median [min-max]      | median [min-max]                |         |                        |
| Lumpectomy specimen volumes                | 16[0.07-140]          | 19[0.01-170]                    | 0.56    | 8 (2.27 %)             |
|                                            | N (%)                 | N (%)                           |         |                        |
| Surgical re-operation for positive margins |                       |                                 | 1       | 0 (0 %)                |
| No                                         | 162 (90 %)            | 156 (90.2 %)                    |         |                        |
| Yes                                        | 18 (10 %)             | 17 (9.8 %)                      |         |                        |
| Type of surgical re-operation              |                       |                                 | 1       | 0 (0 %)                |
| Conservative surgery                       | 16 (88.9 %)           | 16 (94.1 %)                     |         |                        |
| Simple mastectomy                          | 1 (5.6 %)             | 1 (5.9 %)                       |         |                        |
| Mastectomy with immediate reconstruction   | 1 (5.6 %)             | 0 (0 %)                         |         |                        |
| Satisfactory margin excluding overlap      |                       |                                 | 0.51    | 6 (1.7 %) <sup>a</sup> |
| No                                         | 115 (65.3 %)          | 105 (61.4 %)                    |         |                        |
| Yes                                        | 61 (34.7 %)           | 66 (38.6 %)                     |         |                        |

# Etude Iodine breast

- Résultats

- ✓ La pose d'un grain d'iode a entraîné moins de douleurs et d'inconfort
- ✓ Plus grande flexibilité d'organisation

- Point négatifs :

- Coût
- Service de médecine nucléaire nécessaire
- Mesures de radioprotection

|                                     | Wire guided (N = 180) | <sup>125</sup> I-seed (N = 173) | P-value | Missing data N (%) |
|-------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------|--------------------|
| <b>Discomfort</b>                   |                       |                                 |         |                    |
| Just after detection                | 2 [0–9]               | 2 [0–10]                        | 0.509   | 69 (19.5 %)        |
| Between 3h and 24 h after detection | 1 [0–9]               | 0 [0–4]                         | <0.001  | 216 (61.2 %)       |
| <b>Pain</b>                         |                       |                                 |         |                    |
| Just after detection                | 0.5 [0–6]             | 0 [0–8]                         | <0.001  | 69 (19.5 %)        |
| Between 3h and 24 h after detection | 1 [0–7]               | 0 [0–4]                         | <0.001  | 217 (61.5 %)       |

Delay between detection and surgery.

|                                                         | Wire guided (N = 180) | <sup>125</sup> I-seed (N = 173) | P-value | Missing data N (%) |
|---------------------------------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---------|--------------------|
| <b>Delay between detection and surgery <sup>a</sup></b> |                       |                                 | 0.001   | 63 (17.85 %)       |
| > 48h                                                   | 0 (0 %)               | 82 (54.3 %)                     |         |                    |
| [24h- 48h]                                              | 27 (19.4 %)           | 28 (18.5 %)                     |         |                    |
| < 24h                                                   | 112 (80.6 %)          | 41 (27.2 %)                     |         |                    |



## Localisation radioactive : ROLL

- Injection intra ou peri tumorale de technétium 99 m
- Performances similaires au harpon
- Inconvenients:
  - ✓ doit être réalisé le jour ou la veille du bloc opératoire.
  - ✓ nécessité d'un service de médecine nucléaire.

|                                                | Successful Excision | Positive Margins <sup>1</sup> | Re-Operation Rate | Data Quality                                   |
|------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|
| Wire-guided localization (WGL)                 | 99% [9,12]          | 15–21% [9,10,12,14]           | 14–19% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |
| Radioactive seed localization (RSL)            | 100% [9]            | 12–13% [9,10]                 | 10–15% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |
| Radio-guided Occult Lesion Localization (ROLL) | 99.5% [9]           | 12–17% [9,10]                 | 9–10% [9,10]      | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |



# Technique par localisation magnétique



- Technique sans fil métallique et sans radioactivité
- Marqueur le plus utilisé : **Magseed** 5 x 1 mm dans un coaxial de 18 G (FDA 2016)
- Largement étudié dans plusieurs cohortes
- Peut être posé plusieurs jours avant le bloc sans limite de temps
- Clip qui se transforme transitoirement en aimant au contact de la sonde de détection



|                                                | Successful Excision | Positive Margins <sup>1</sup> | Re-Operation Rate | Data Quality                                   |
|------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|------------------------------------------------|
| Wire-guided localization (WGL)                 | 99% [9,12]          | 15–21% [9,10,12,14]           | 14–19% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |
| Radioactive seed localization (RSL)            | 100% [9]            | 12–13% [9,10]                 | 10–15% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |
| Radio-guided Occult Lesion Localization (ROLL) | 99.5% [9]           | 12–17% [9,10]                 | 9–10% [9,10]      | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) |
| Magseed                                        | 99.8% [12]          | 13.3% [12]                    | 12% [12]          | Large cohort studies [12], no RCTs (LoE 2b)    |



## Clip magnétique : Magseed



- Inconvénients

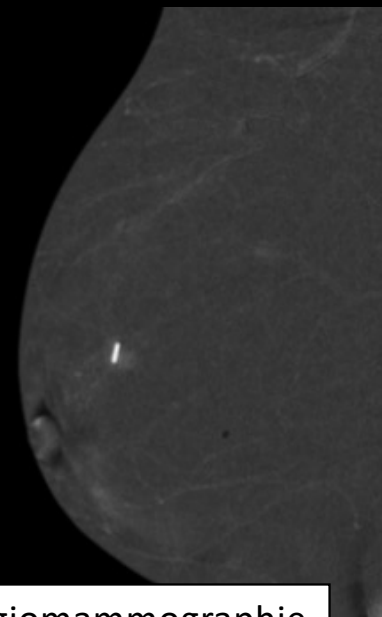
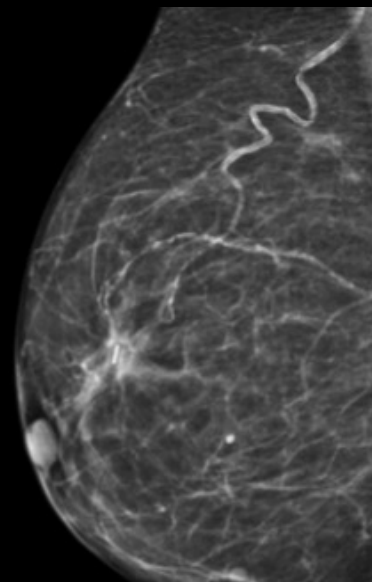
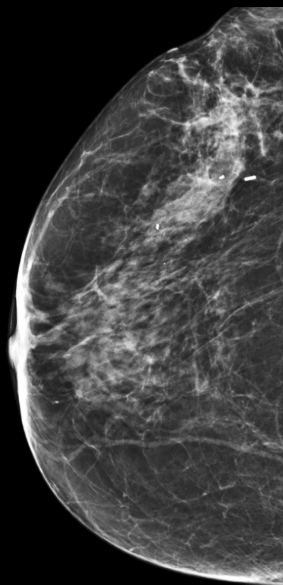
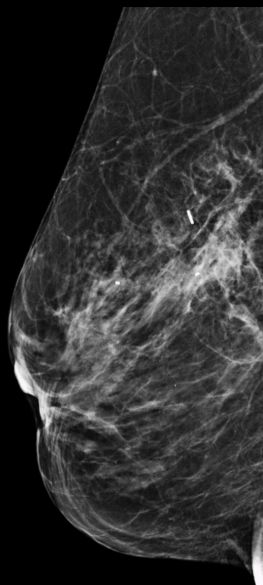
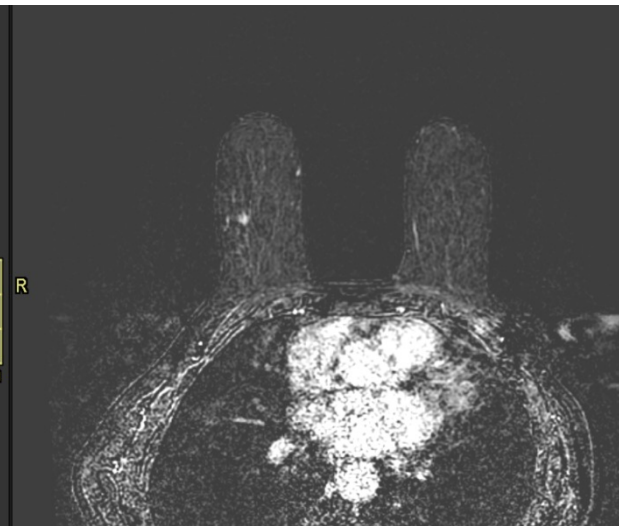
- Interférences métalliques
- CI si pacemaker homolatéral
- Pas de possibilité de mettre en place plusieurs clips
- Artéfacts IRM
- Cout élevé : 380 euros
- Instruments et sonde de détection spécifiques au bloc
- Difficulté de détection des tumeurs profondes

- Avantages

- Confort pour la patiente
- Pas de contrainte organisationnelle.
- Liberté d'incision
- Remboursement début 2026 uniquement pour la localisation mammaire et pour les patients externes



Artéfacts IRM ++++



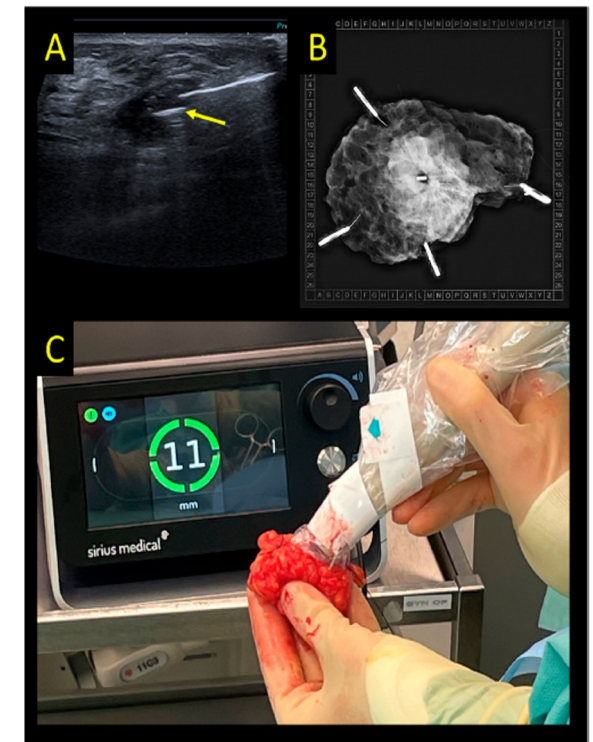
Alternative = angiommographie



## Clip magnétique : Sirius Pintuition



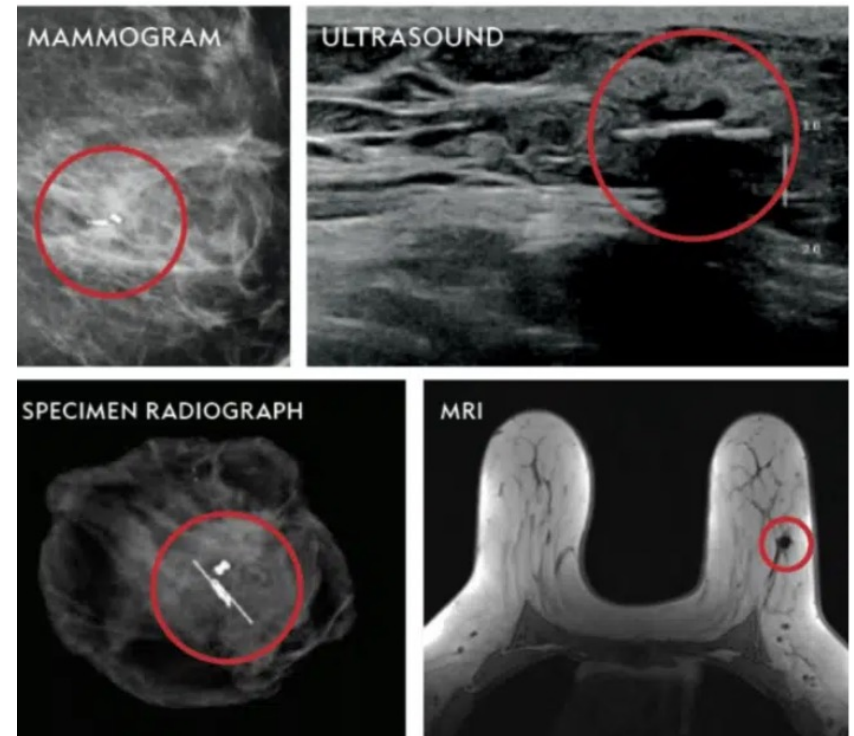
- Marqueur permanent magnétique - MaMaloc
- Assez récent - peu d'études
- Commercialisé avec sa propre sonde de détection
- GPS intégré : guidage directionnel en temps réel visuel et audio
- Validé pour pose jusqu'à 180 jours avant le bloc
- Responsable d'un artéfact de 5 cm en IRM



|                                                | Successful Excision | Positive Margins <sup>1</sup> | Re-Operation Rate | Data Quality                                                   |
|------------------------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------|
| Wire-guided localization (WGL)                 | 99% [9,12]          | 15–21% [9,10,12,14]           | 14–19% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)                 |
| Radioactive seed localization (RSL)            | 100% [9]            | 12–13% [9,10]                 | 10–15% [9,10]     | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)                 |
| Radio-guided Occult Lesion Localization (ROLL) | 99.5% [9]           | 12–17% [9,10]                 | 9–10% [9,10]      | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)                 |
| Magseed                                        | 99.8% [12]          | 13.3% [12]                    | 12% [12]          | Large cohort studies [12], no RCTs (LoE 2b)                    |
| Sirius Pintuition                              | 100% [15]           | 8% [15]                       | 4% [15]           | Small cohort studies, one small RCT <sup>3</sup> [15] (LoE 2b) |

# Détection radar : Savi scout

- Système de localisation sans rayonnement
- Radar à micro-impulsions
- Taille +++ 12 mm dans une aiguille de 16 G
- Activation au bloc à l'aide de la sonde infrarouge
- Performances comparables au harpon
- Peut être placé des jours/semaines avant le bloc
- Minime artéfact en IRM



# Radiofrequency Identification - RFID - LOCalizer



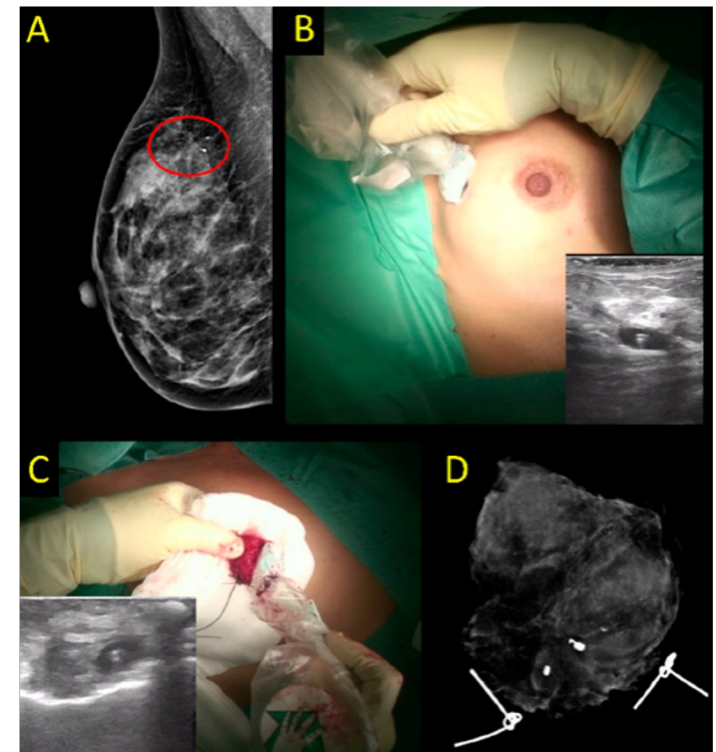
- Commercialisé par Hologic
- Émission d'un signal de radiofréquence, détectée à l'aide d'un petit dispositif portable tenu à la main, avec une sonde à usage unique de la taille d'un crayon
- Distance au marqueur - numéro d'identification unique pour chaque marqueur
- Possibilité de placer plusieurs repères
- Marqueur large de 11 mm, nécessitant une aiguille 12 G pour implantation
- **Pas de matériel chirurgical spécifique**
- **Pas de contrainte de délai de pose**
- Contre-indiqués en cas de pacemaker ou défibrillateur



# Echographie per-opératoire

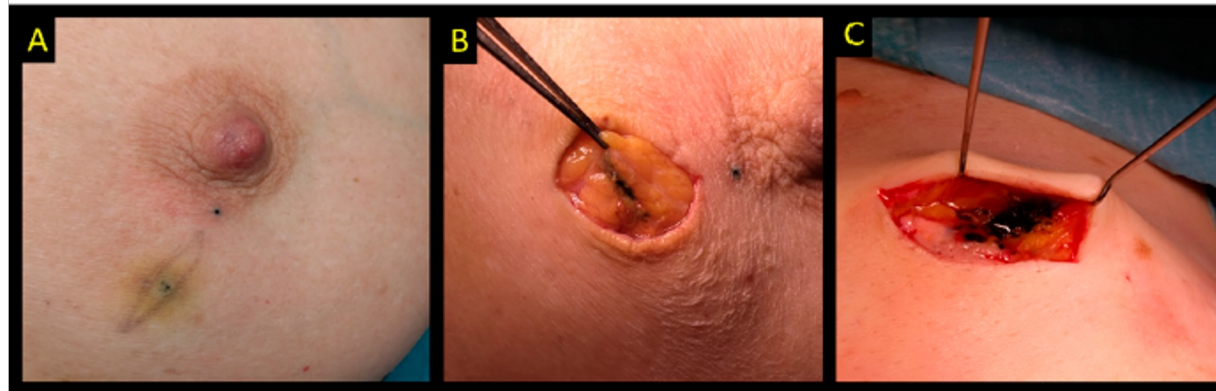
- Pas d'organisation en amont
- Réévaluation continue des marges en per-opératoire
- Formation échographique des chirurgiens
- Disponibilité de l'appareil d'échographie
- Résultats intéressants : Différence significative sur les marges + diminution du volume de tissu sain excisé

|                                  | Successful Excision   | Positive Margins <sup>1</sup> | Re-Operation Rate        | Data Quality                                                |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------------------------------------------------|
| Wire-guided localization (WGL)   | 99% [9,12]            | 15–21% [9,10,12,14]           | 14–19% [9,10]            | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a)              |
| Intraoperative ultrasound (IOUS) | 100% [8] <sup>2</sup> | 5% [8,10,11] <sup>2</sup>     | 5–7% [8,10] <sup>2</sup> | High; Meta-analyses of RCTs available (LoE 1a) <sup>2</sup> |



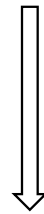
# Noir de carbone

- Suspension liquide stérile de poudre de carbone
- Injection au contact de la lésion et le long du trajet depuis la peau à la lésion et tatouage à la peau
- Pas de risque de migration du carbone ou d'extension aux tissus adjacents ( $\neq$  de l'encre)
- Peu cher, disponible, et durable dans le temps





Plusieurs nouvelles techniques mais pas de résultat  
d'étude prospective multicentrique



Melody Study

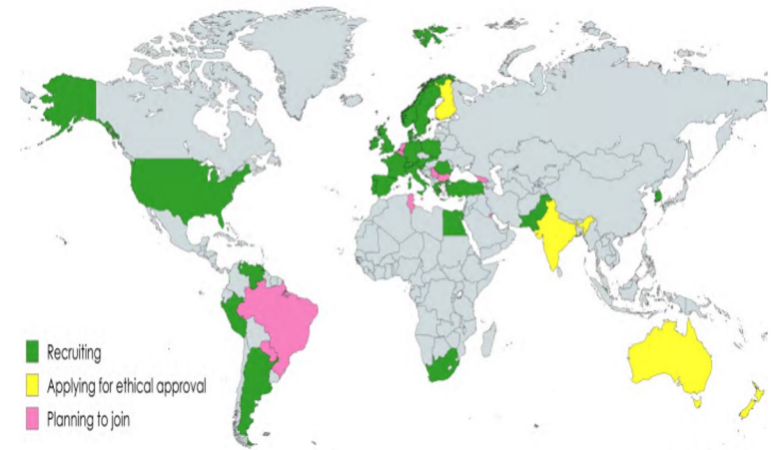
*Banys-Paluchowski, Maggie et al. "Localization Techniques for Non-Palpable Breast Lesions: Current Status, Knowledge Gaps, and Rationale for the MELODY Study" Cancers 2023*



*cancers*

# Etude MELODY

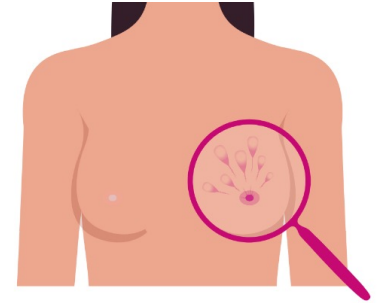
- Étude prospective multicentrique
- Evaluer les différentes techniques de repérage
- Débutée en 2023 - 20 pays participants
- Objectif : 7000 patientes
- Cancers du sein invasif ou in situ devant bénéficier d'un traitement conservateur.
- Choix du repérage laissé à la discrétion du clinicien
- Objectifs principaux :
  - ✓ Exérèse de la lésion ACR 6 et ou du marqueur indépendamment des marges et du statut histologique.
  - ✓ Taux de marge négative



Tab 1. Current Status France (Septembre 2025)

| Site-ID | Site                                             | Location  | PI                      | Recruited Patients |
|---------|--------------------------------------------------|-----------|-------------------------|--------------------|
| FR-001  | Hôpitaux Paris Saint Joseph et Marie Lannelongue | Paris     | Dr. Severine Alran      | 27                 |
| FR-002  | Clinique Mutualiste la Sagesse                   | Rennes    | Dr. Parwana Zaka        | 30                 |
| FR-003  | Gustave Roussy                                   | Villejuif | Dr. Angelica Conversano | 207                |
| FR-004  | Hospices Civils de Lyon                          | Lyon      | Dr. Marion Cortet       | 11                 |
|         |                                                  |           |                         | 275                |

## En conclusion



- Nombreuses nouvelles techniques de repérage
- Globalement très bons résultats :
  - ✓ Avantages organisationnels
  - ✓ Confort des patientes
  - ✓ Gain en qualité chirurgicale et temps opératoire
- Mais en pratique :
  - ✓ Importance pour le radiologue de connaître le dossier en amont pour anticiper le type de repérage
  - ✓ Cout élevé comparativement au harpon
  - ✓ Faisabilité de ces pratiques à long terme en l'absence de remboursement ?



**MERCI DE VOTRE ATTENTION**