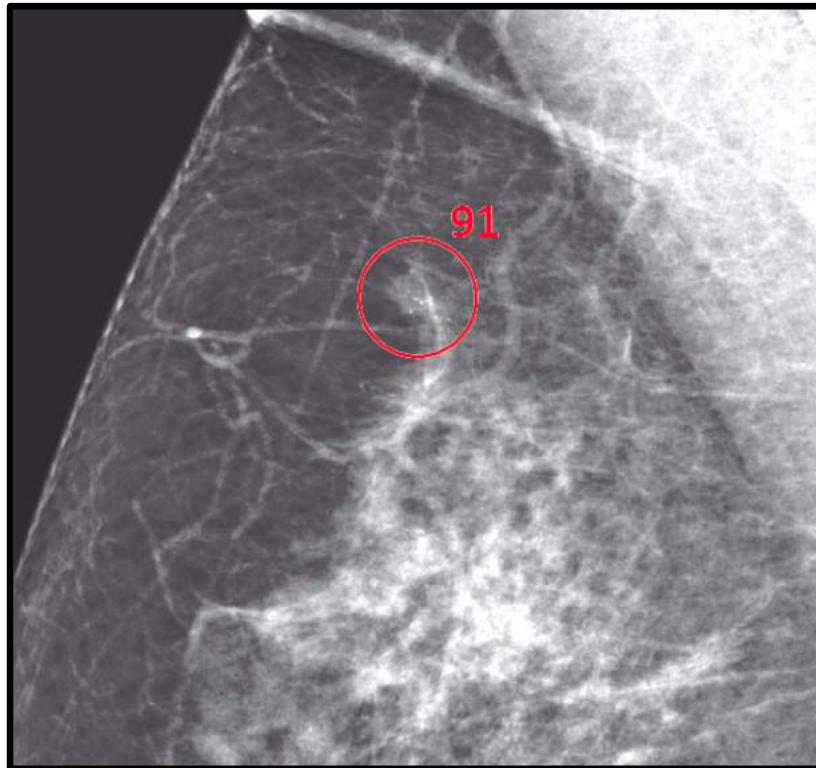


Aide au diagnostic en mammographie

De la détection assistée par ordinateur à l'intelligence artificielle



Aide au diagnostic

- Pourquoi ?
- Comment ?
- Quelle place par rapport au radiologue ?
- Peut-elle nuire au radiologue ?

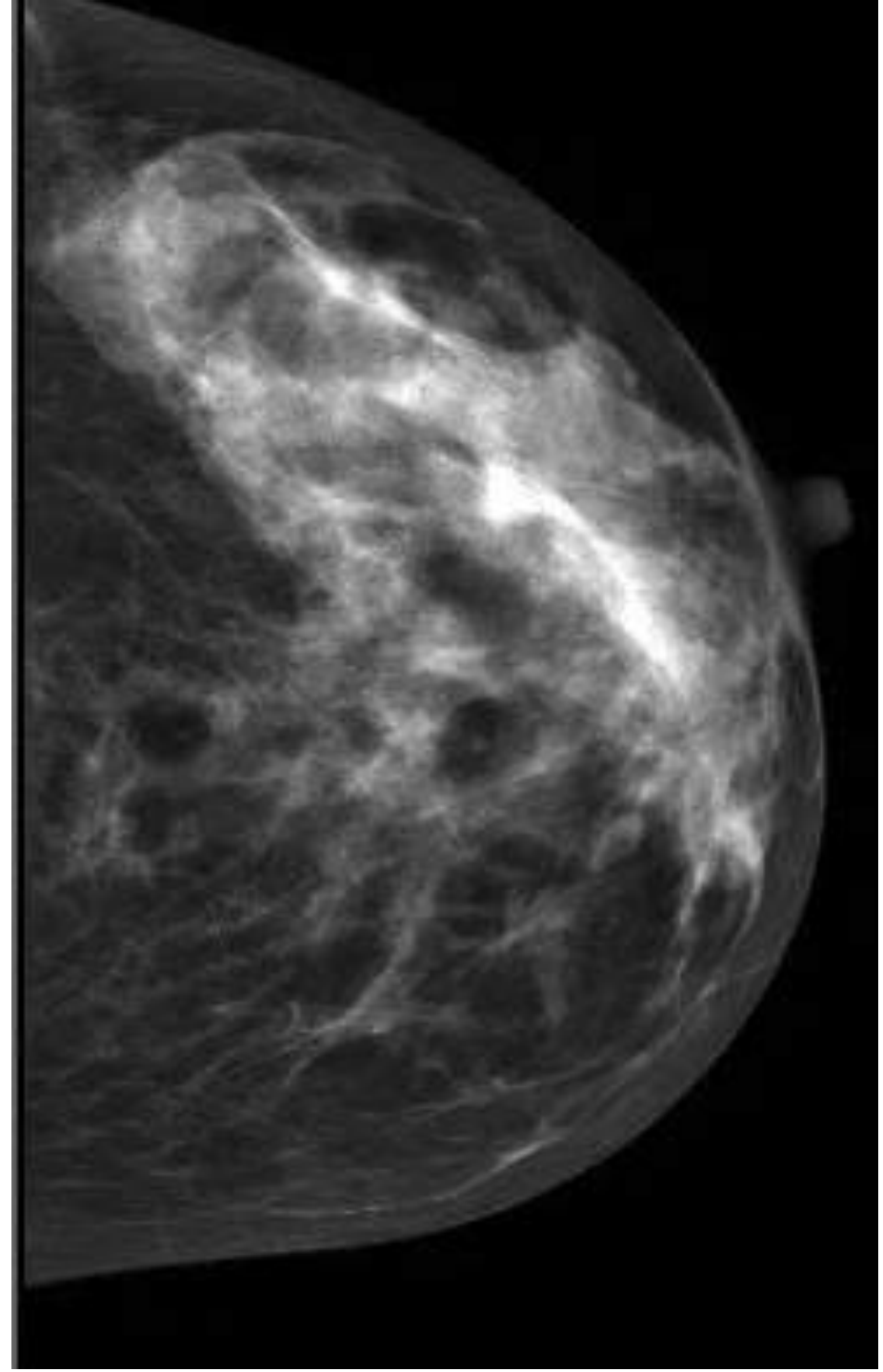
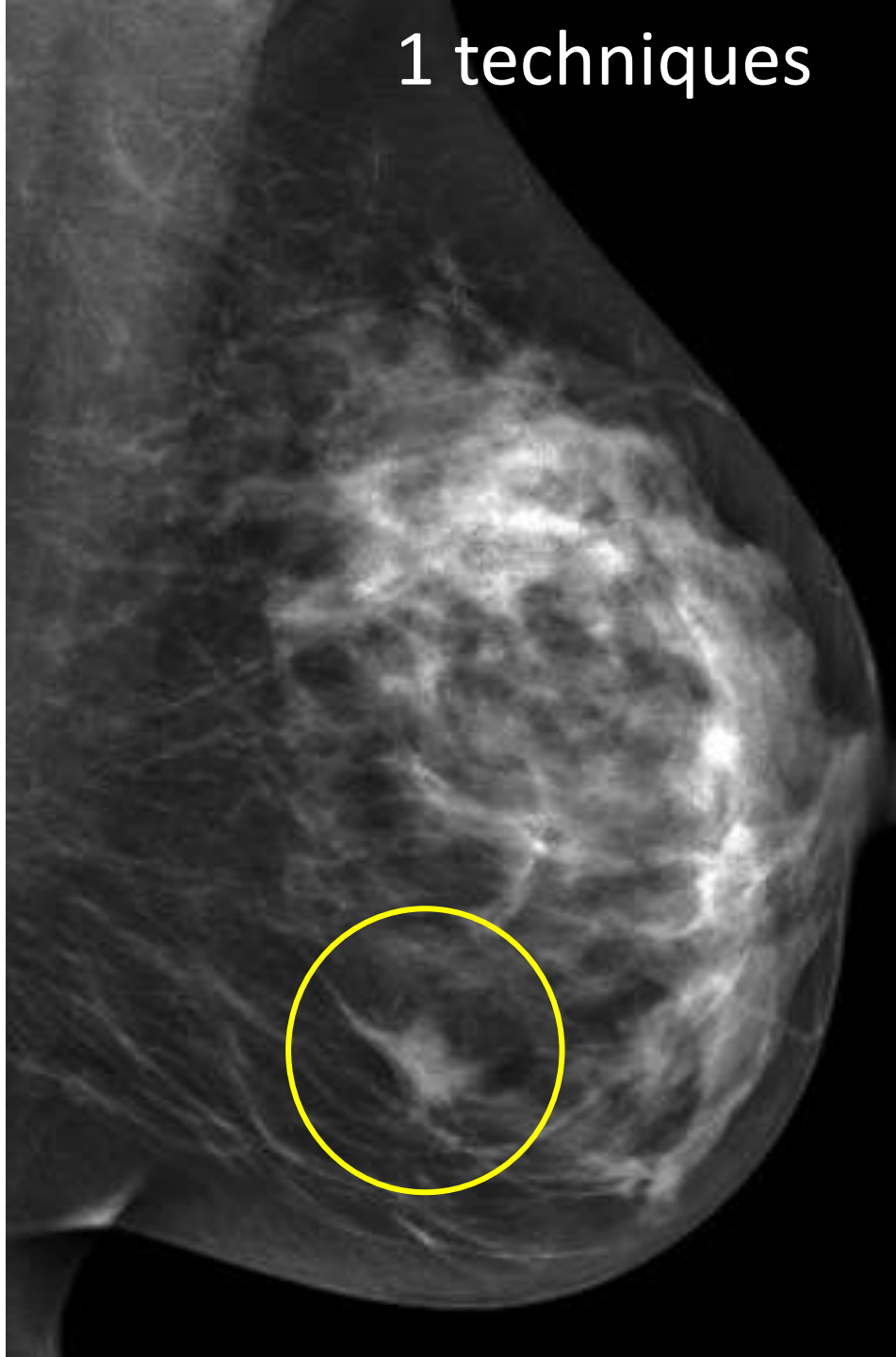
Pourquoi « aider » le radiologue ?

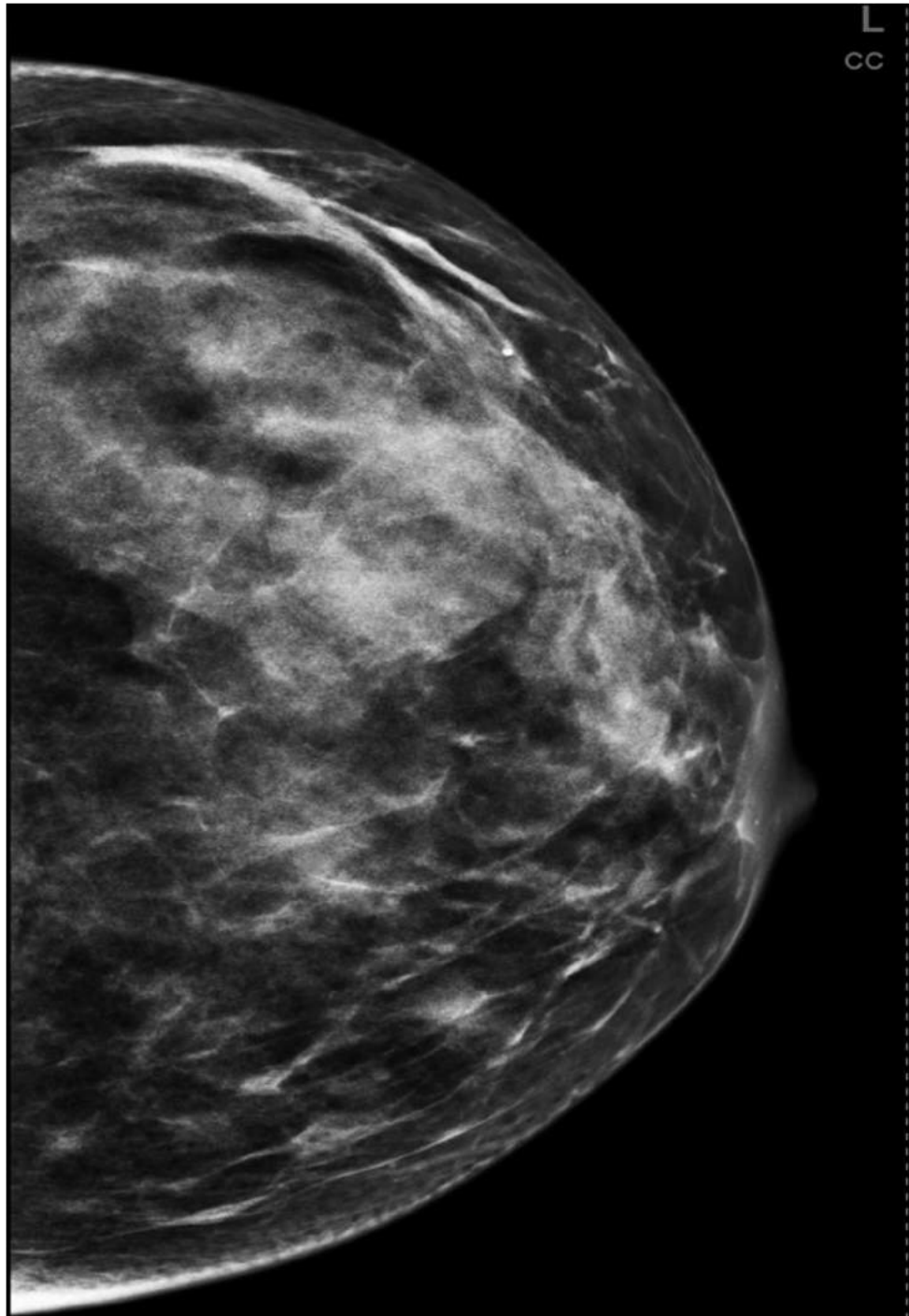
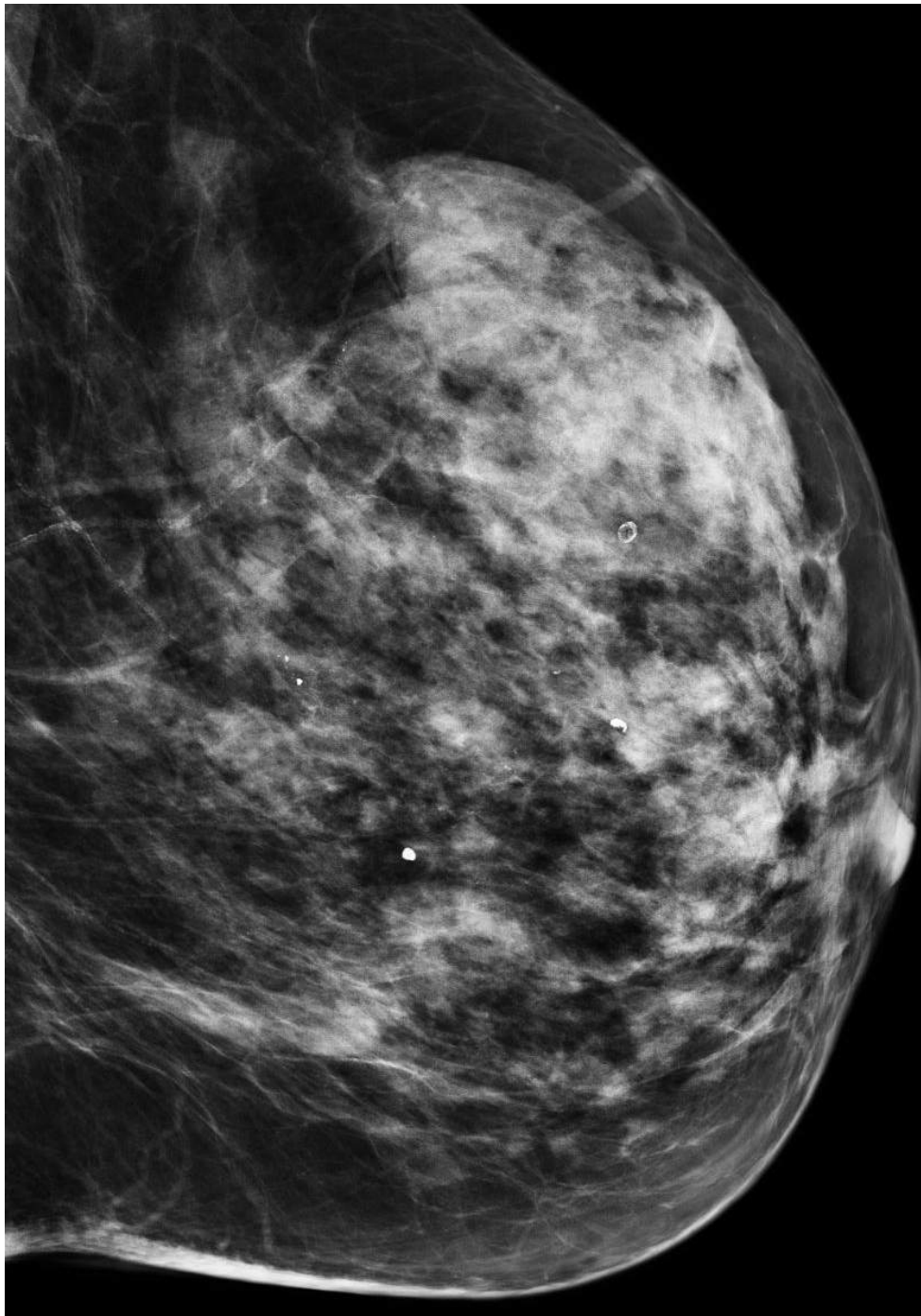
- Améliorer sa sensibilité ?

Limites de la mammographie

- Techniques : Superpositions
- Faible taux d'examens anormaux
 - Erreurs de lecture

1 techniques





2 Taux de mammographies anormales

- Campagne 2015/2016 : 76.264 examens
- 95,7% ACR1 ou 2
- 2.1% ACR3
- 1.3% ACR4 ou 5
- 6-7 cancers pour mille mammographies
- 500 mammographies / an : 4 cancers

[PLoS One](#). 2013; 8(5): e64366.

PMCID: PMC3667799

Published online 2013 May 30.

PMID: [23737980](#)

doi: [10.1371/journal.pone.0064366](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064366)

If You Don't Find It Often, You Often Don't Find It: Why Some Cancers Are Missed in Breast Cancer Screening

[Karla K. Evans](#),^{1,*} [Robyn L. Birdwell](#),² and [Jeremy M. Wolfe](#)¹

- 100 cas dont 50 cancers
- Faible prévalence : 30% manqués
- Haute prévalence : 12 % manqués

Expérience des lecteurs

Généralistes : 500/an

Spécialistes : > 5000/an

IA :
Dizaines de Milliers
de mammographies

Taux de
détection

3,4 ‰

6 ‰

?

Taux de
rappel

7,1 %

4,9 %

Sickles EA, Wolverton DE, Dee KE.

Performance parameters for screening and diagnostic mammography : specialist and generalist radiologists.

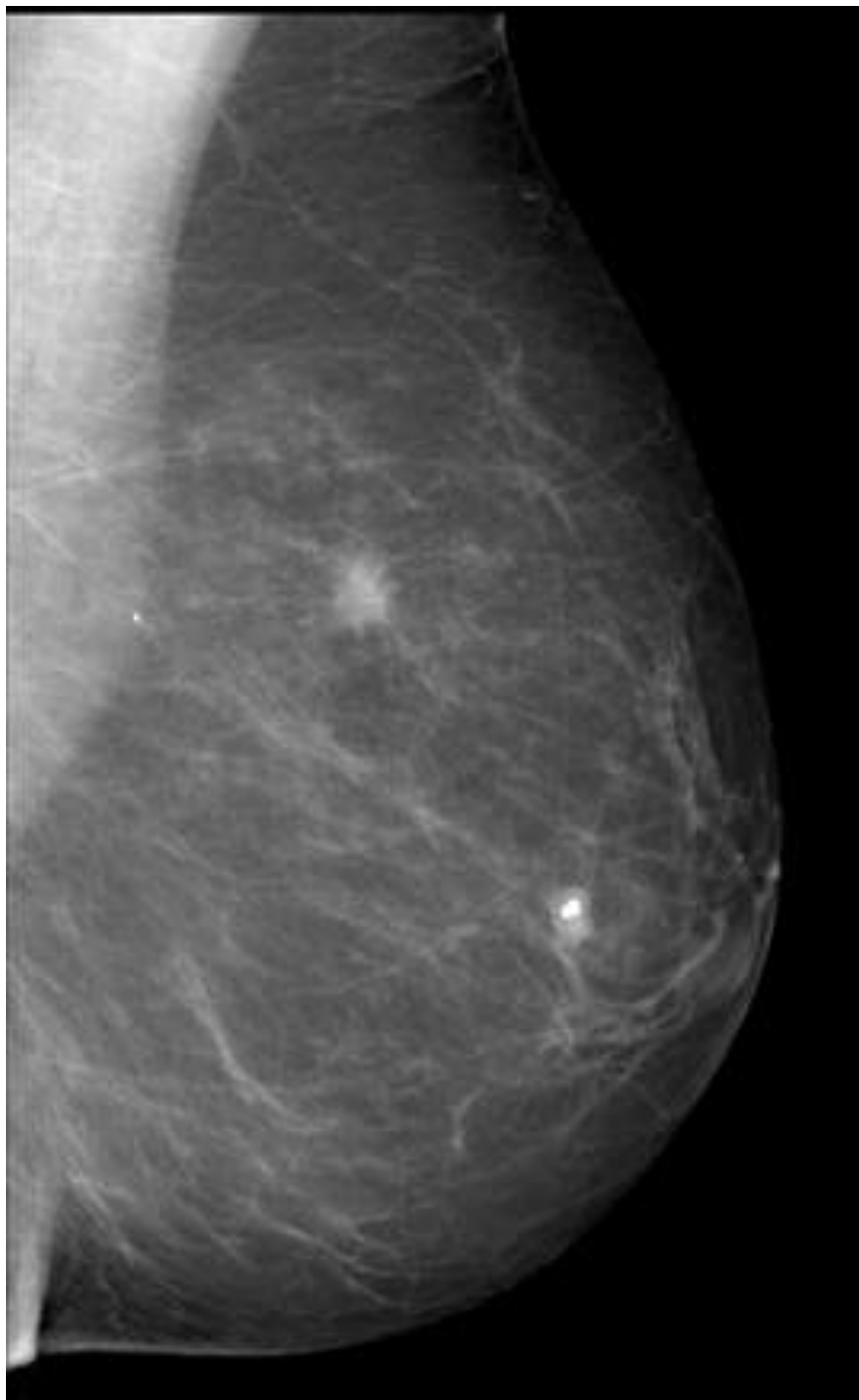
Radiology 2002 ; 224 : 861-9.

Erreurs des lecteurs

- Erreur de détection
- Erreur d'interprétation

Rappel : 4 formes de cancers

- Masses 66%
- Microcalcifications 25%
- Images subtiles 9%
 - Distorsions 6%
 - Asymétries 3%



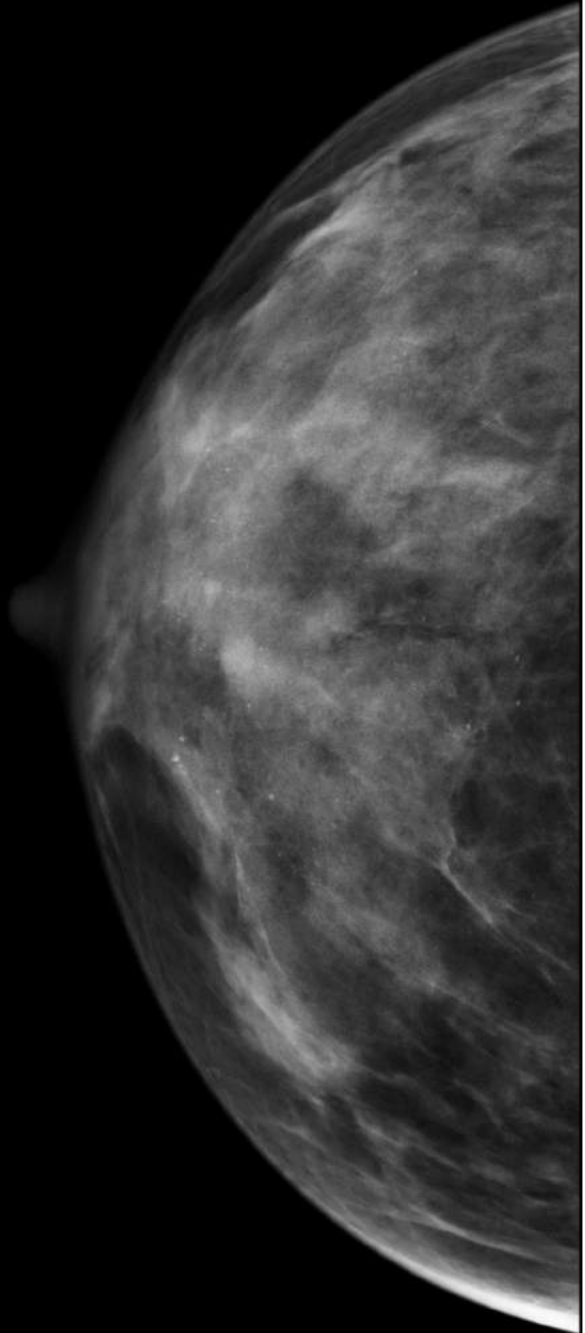
Ex. 1
Se. 1
Im. 1



PRO
SUI
G

L = 93

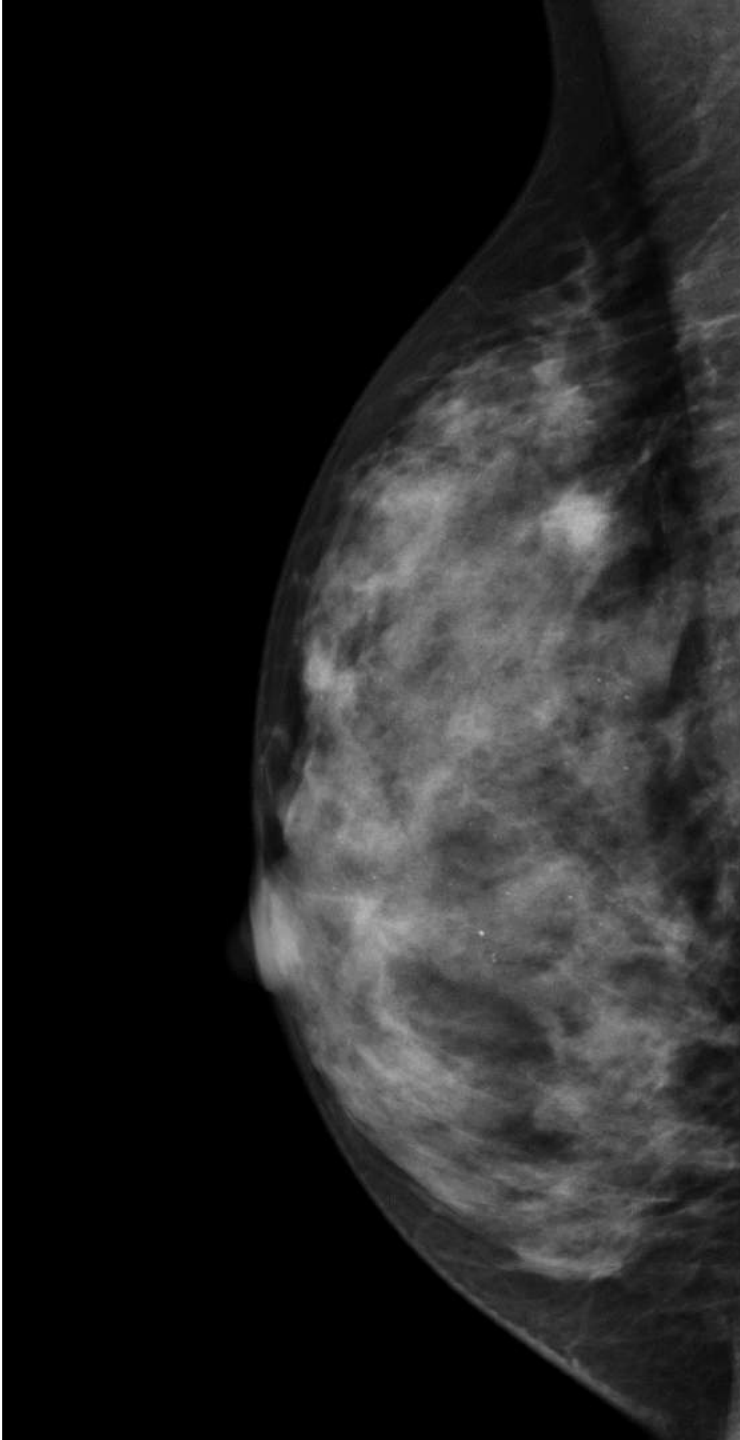
R
CC



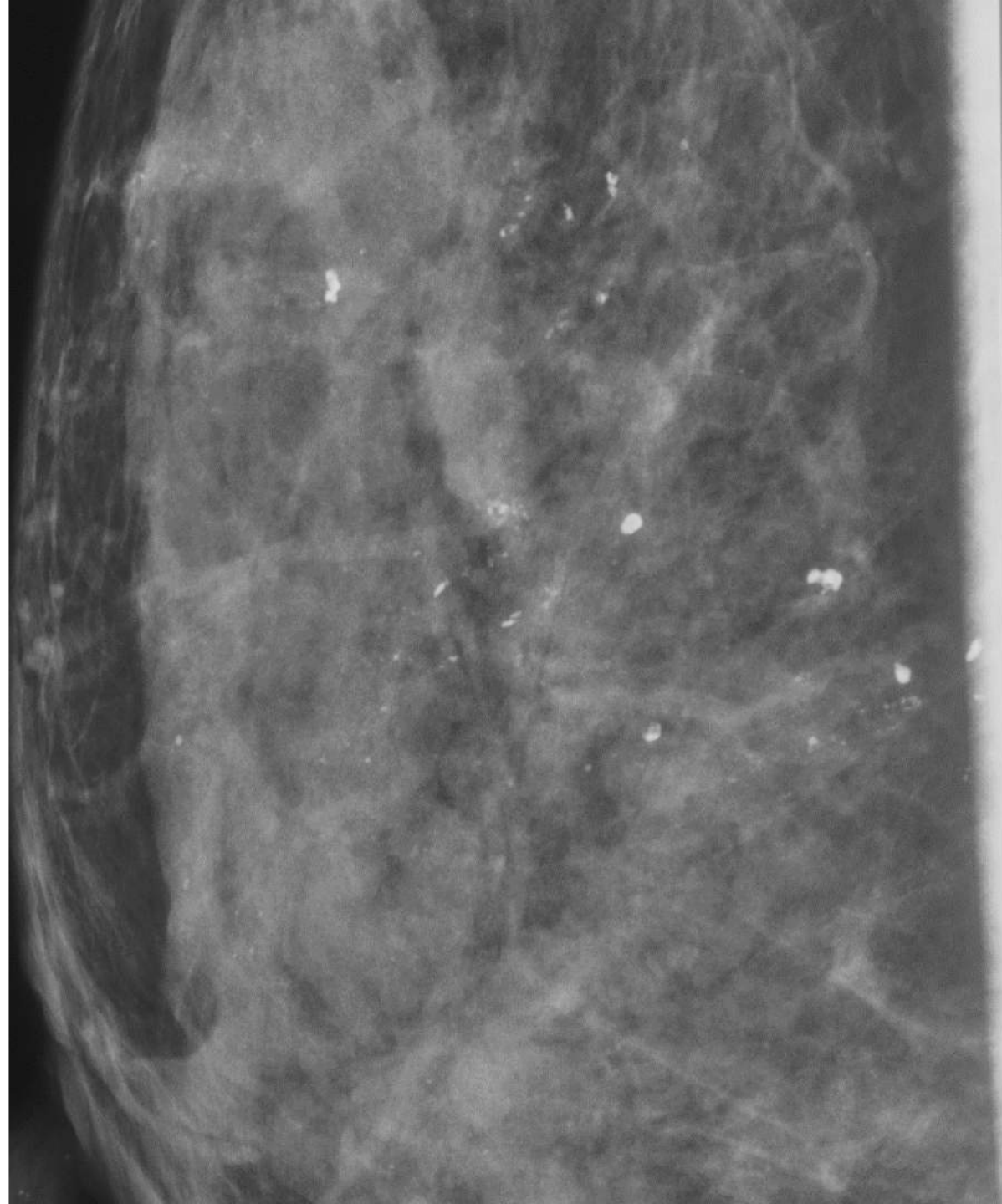
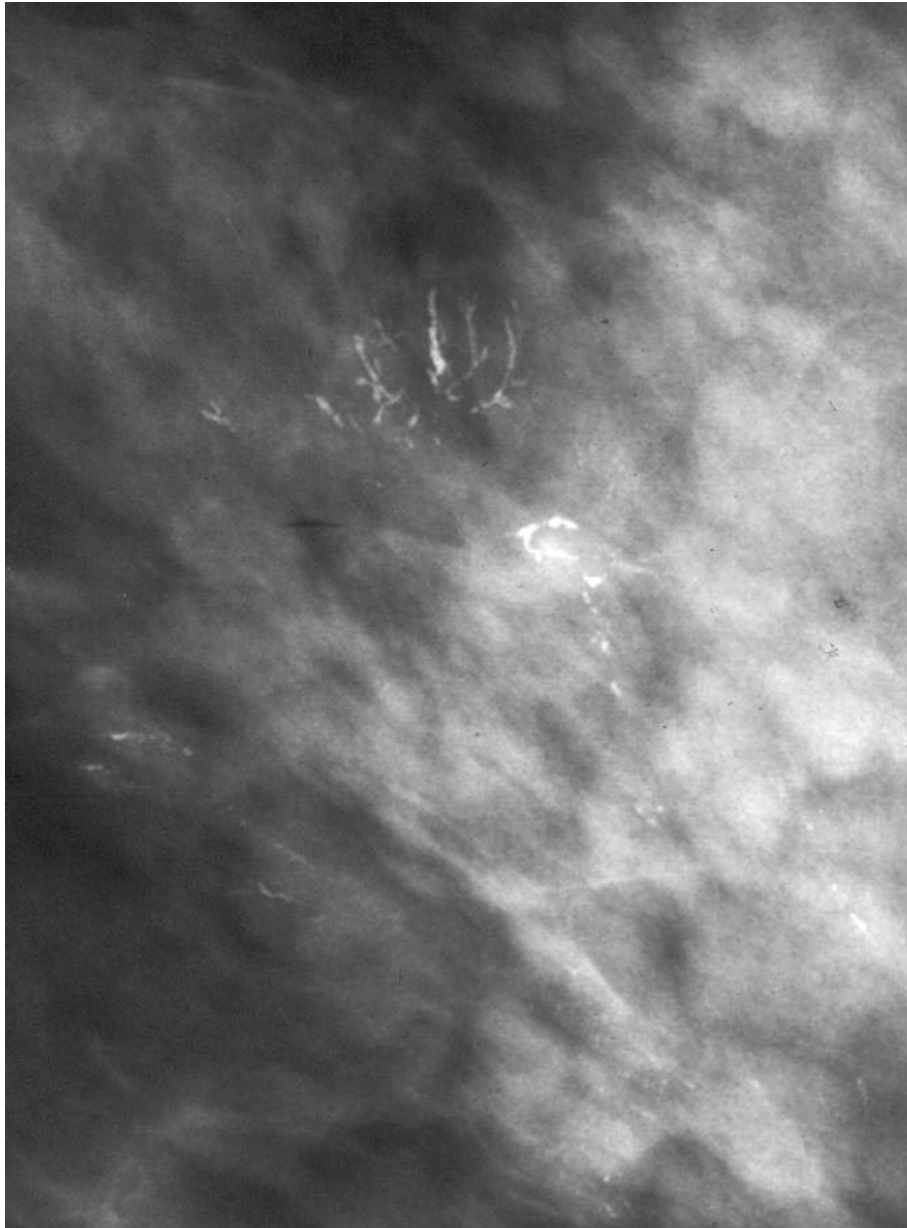
1:1.311
[2.17 cm]
interpolé

29/01/2014

1cm



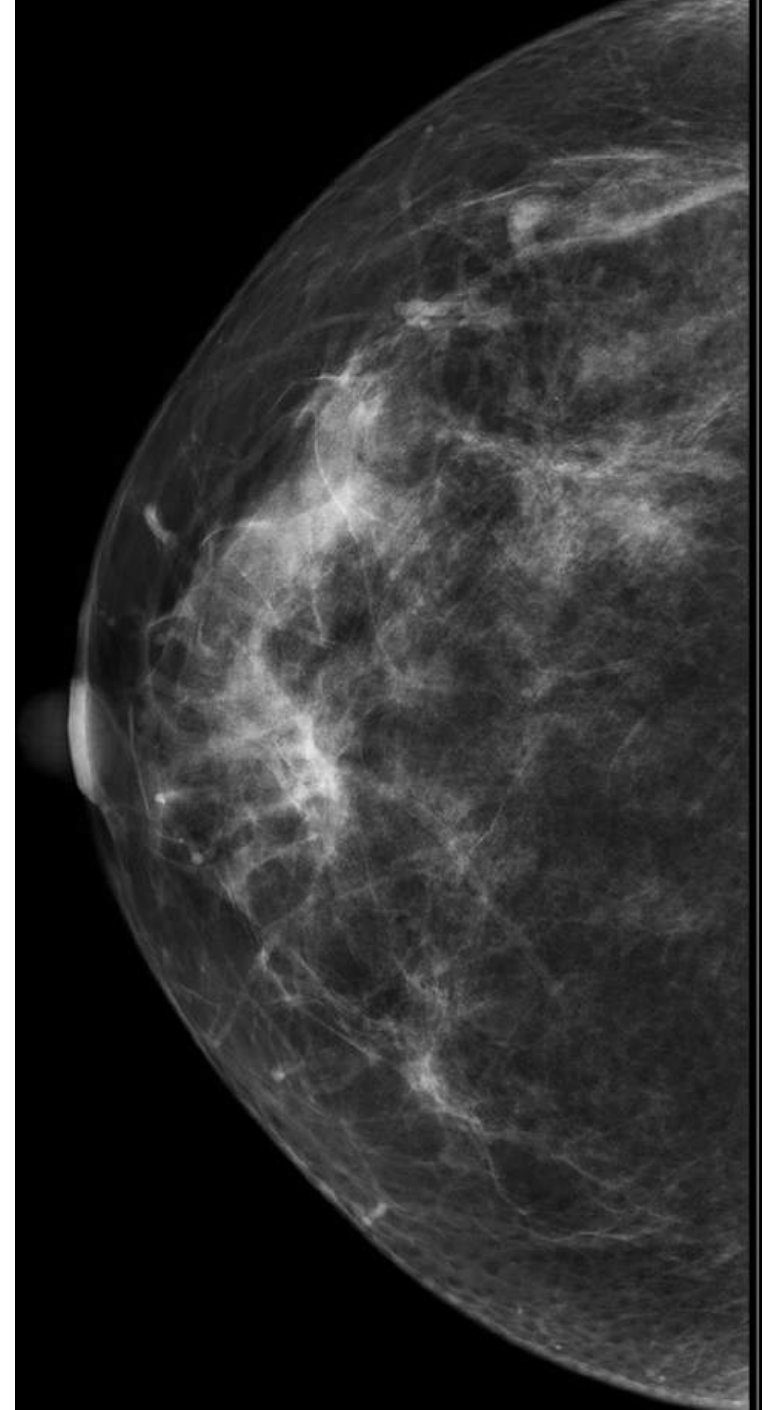
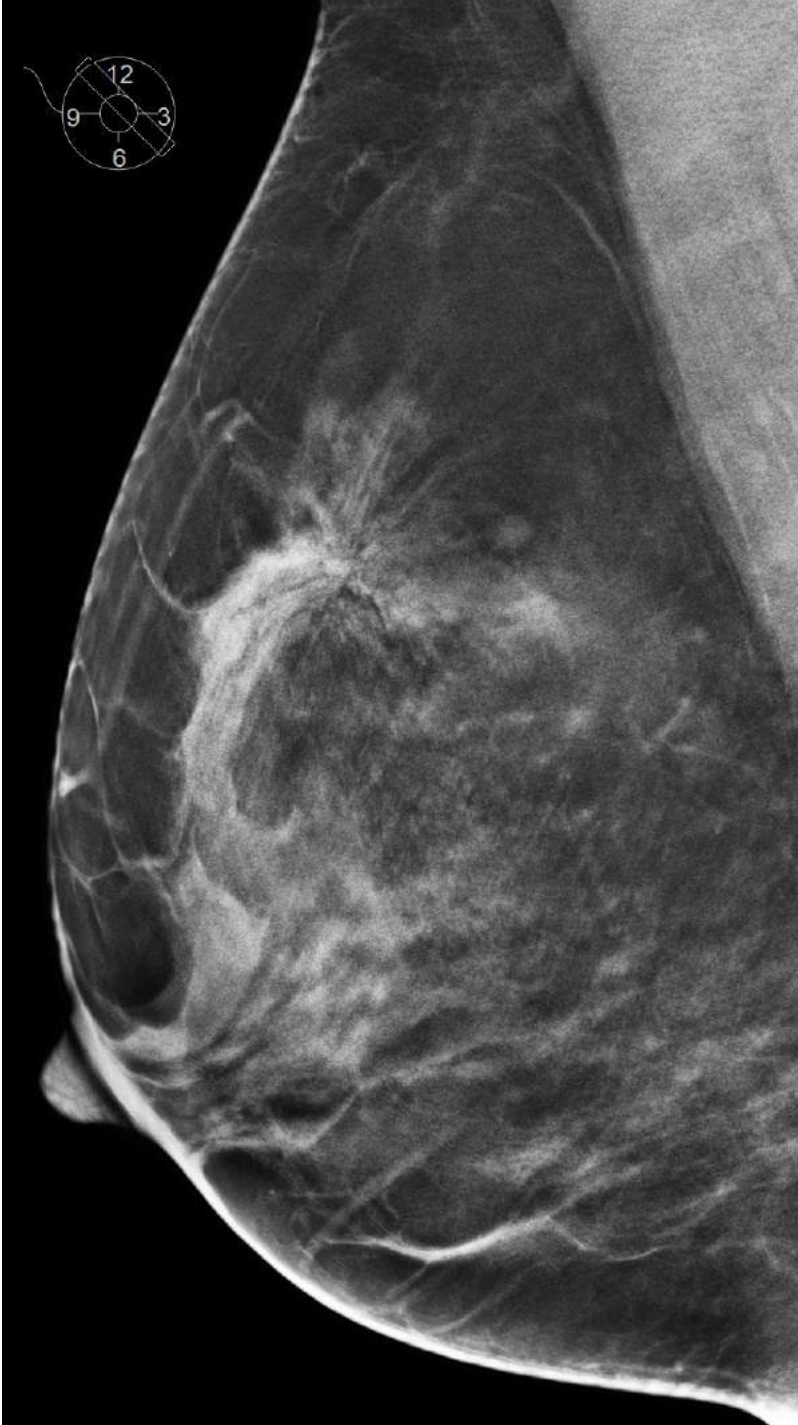
2 Foyers de microcalcifications



Images subtiles

- Distorsions
- Asymétries

3 distortions



4 Asymétries



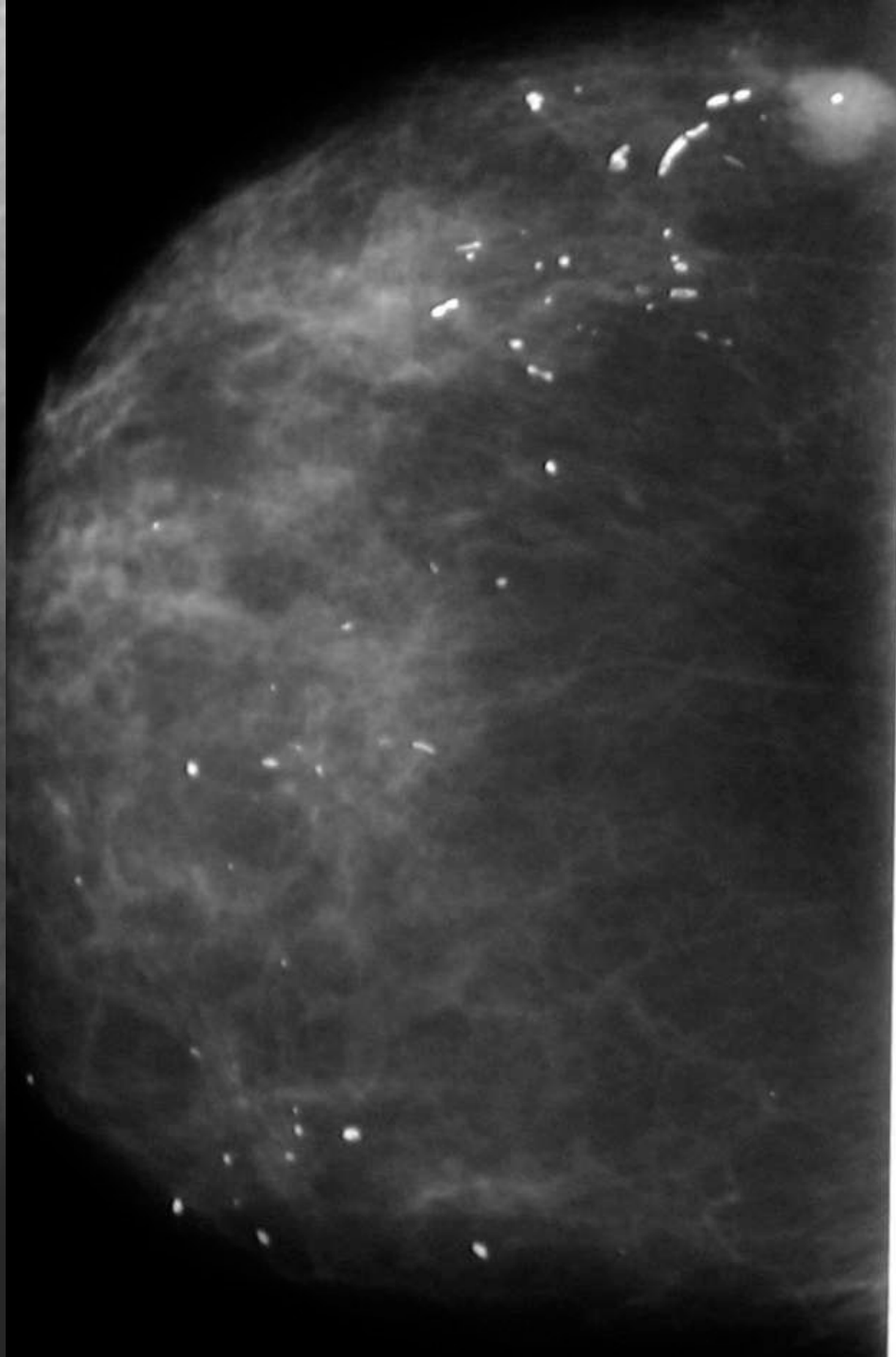
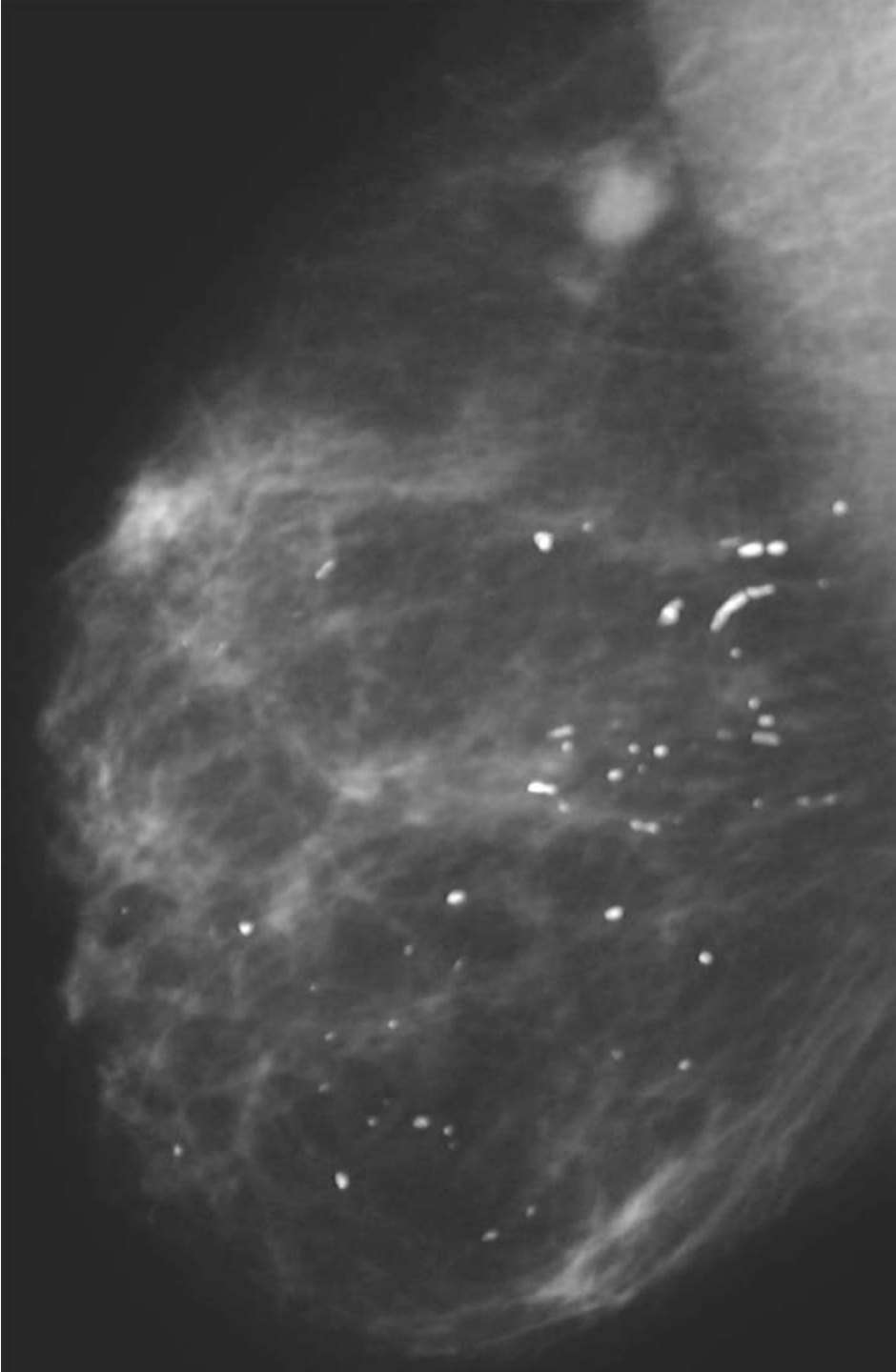


3 erreurs des lecteurs

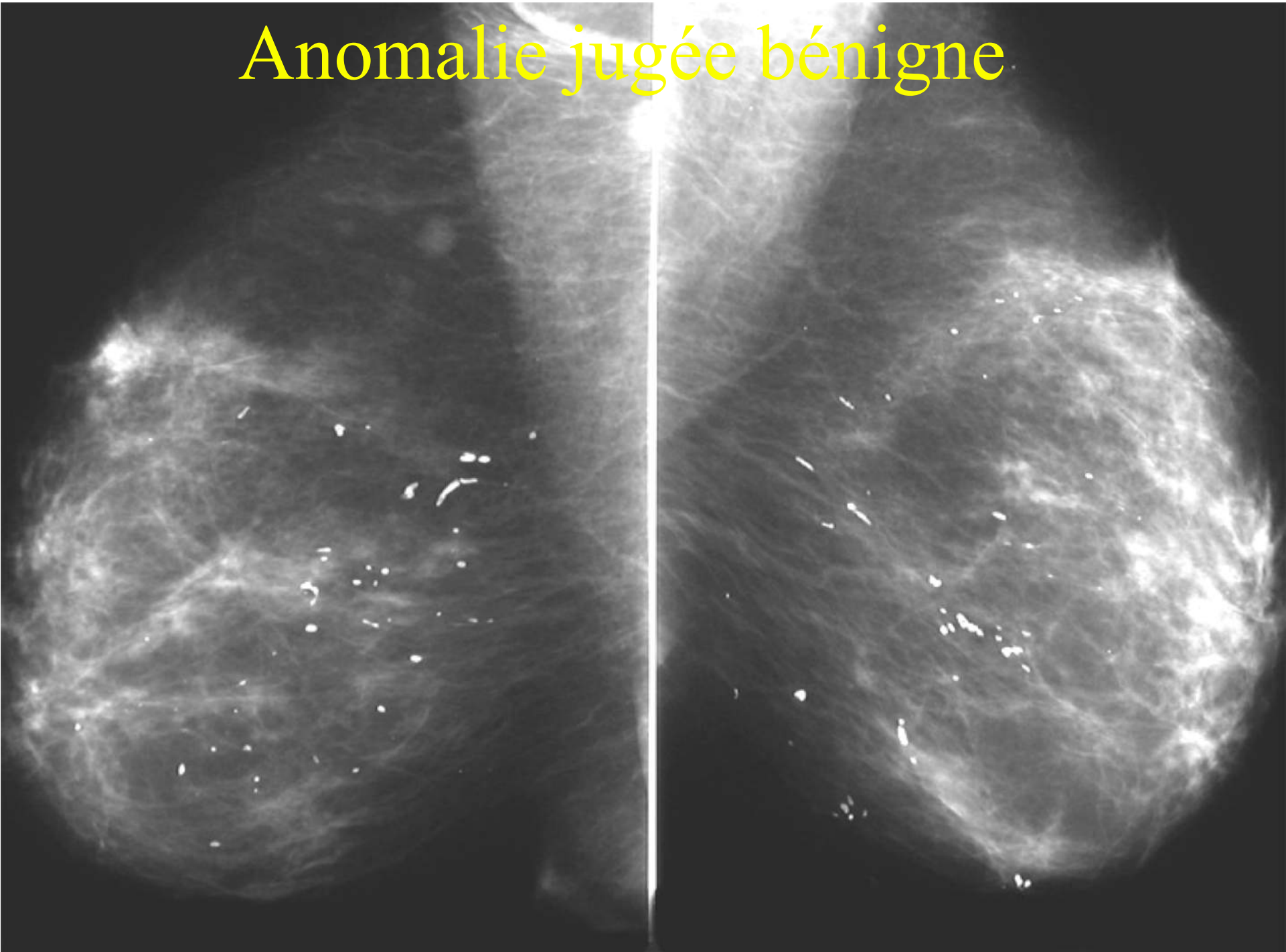
- Conséquences
 - Cancers d'intervalle
 - Cancers manqués

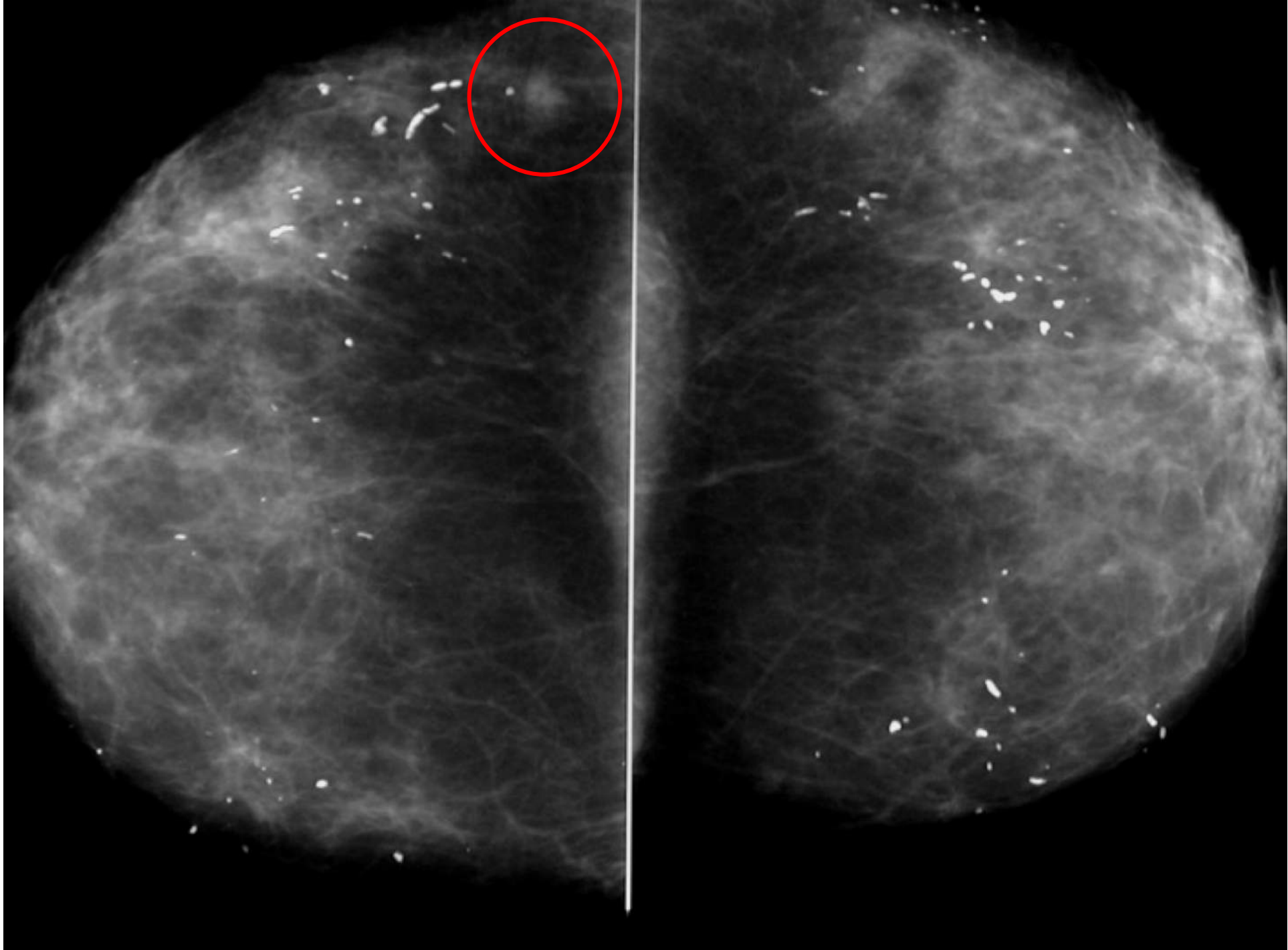
Cancer d'intervalle

- Lésion palpable apparaissant entre deux dépistages
- 30% cas : visible sur la mammographie précédente



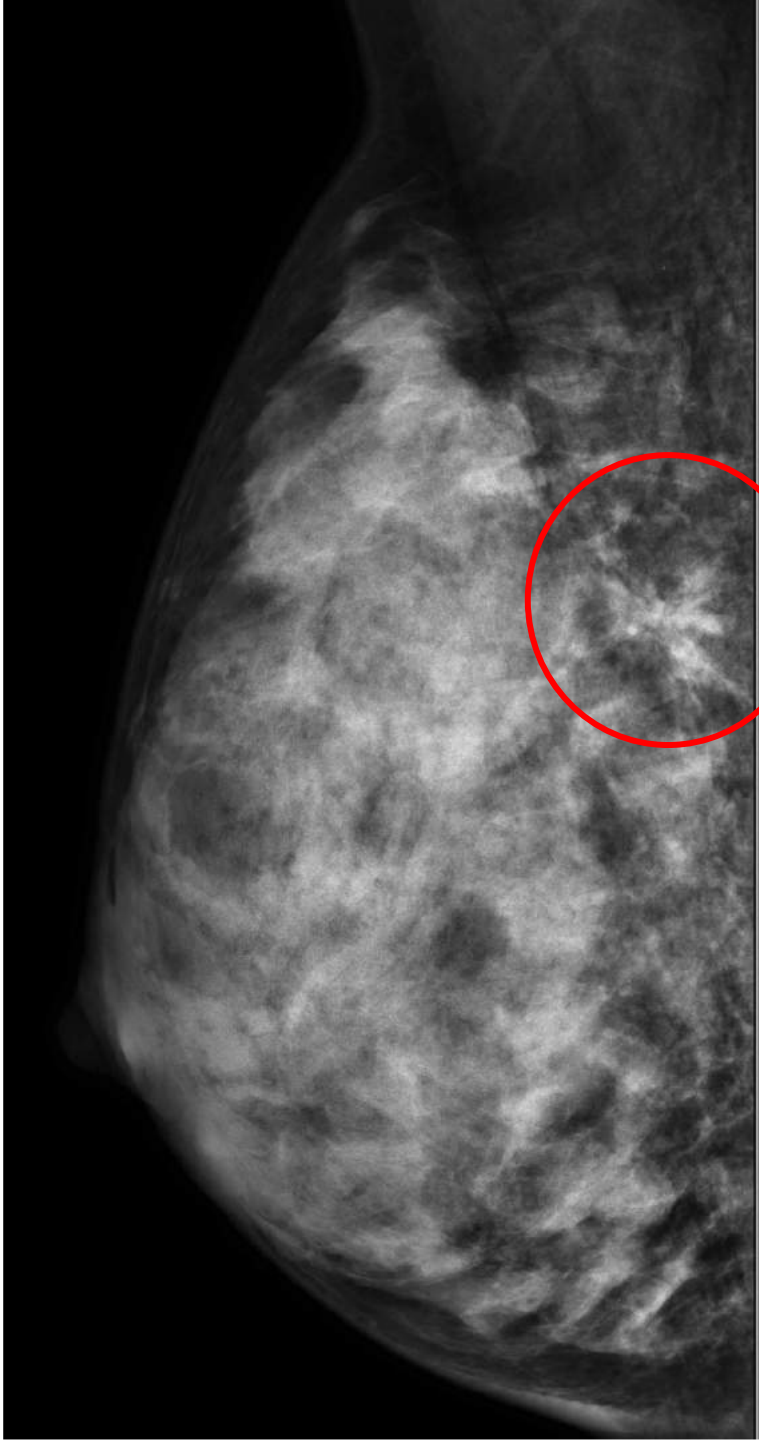
Anomalie jugée bénigne





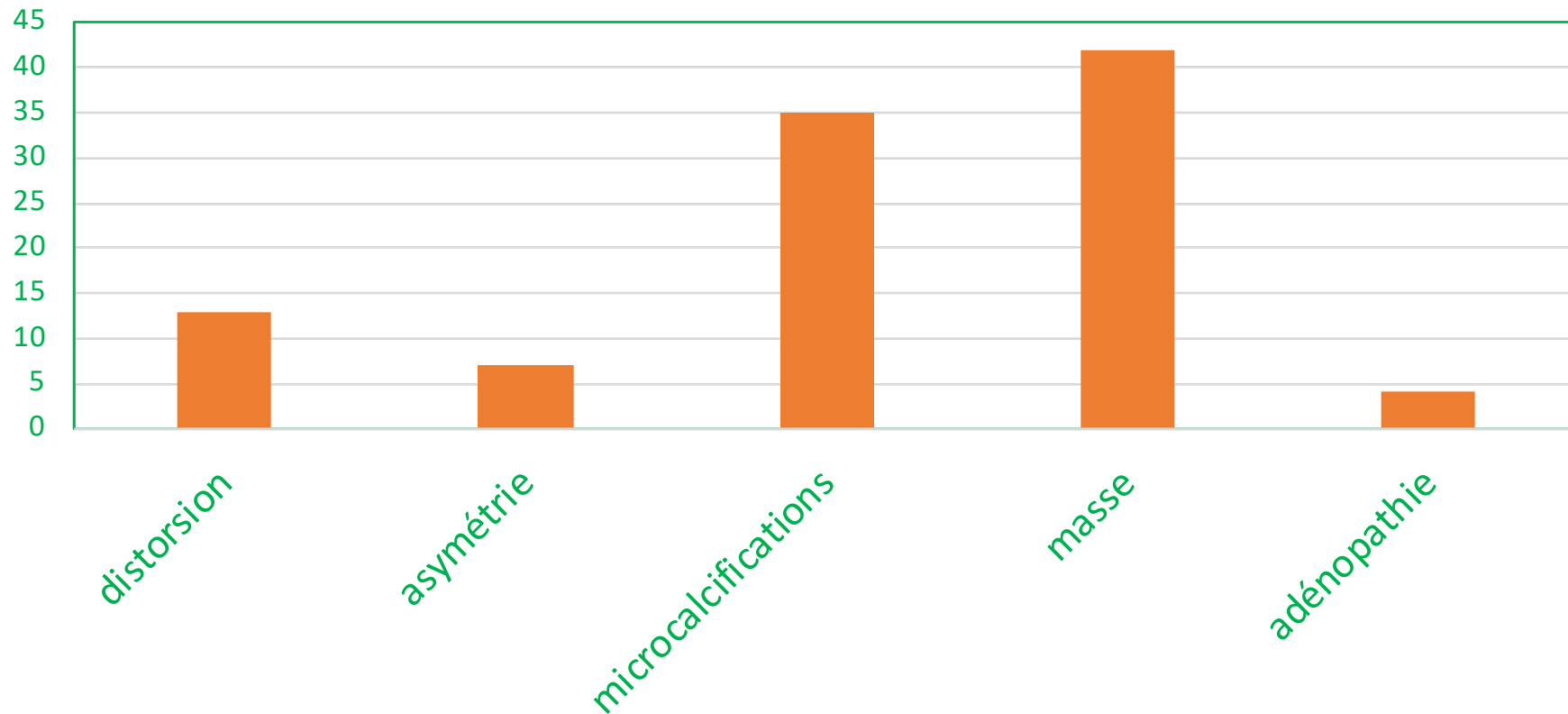
Cancer manqué

- Lésion découverte lors d'un dépistage
- 30% cas : visible sur la mammographie précédente



Sémiologie des cancers manqués 2014-2017

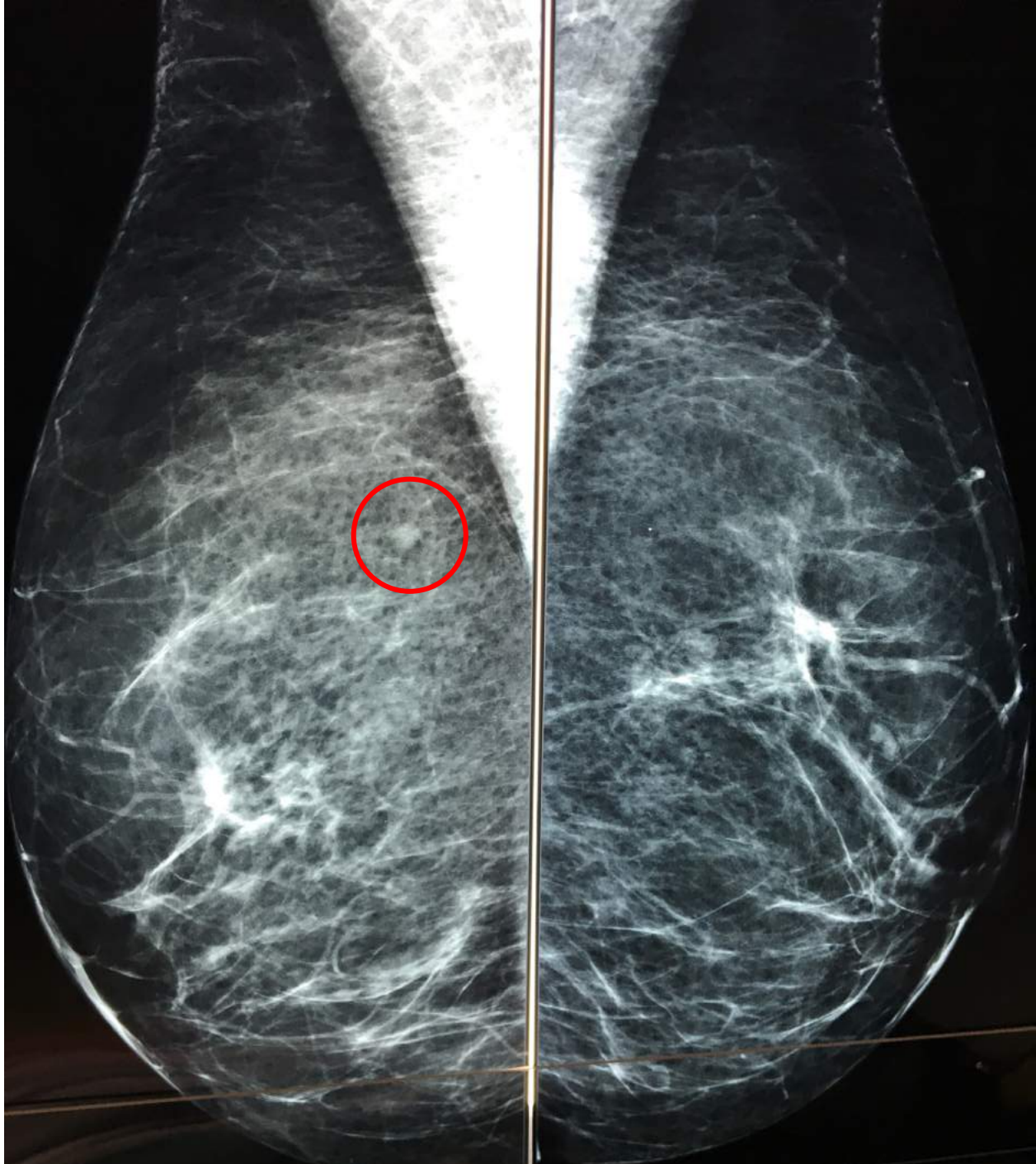
Erreur d'interprétation >> Erreur de détection

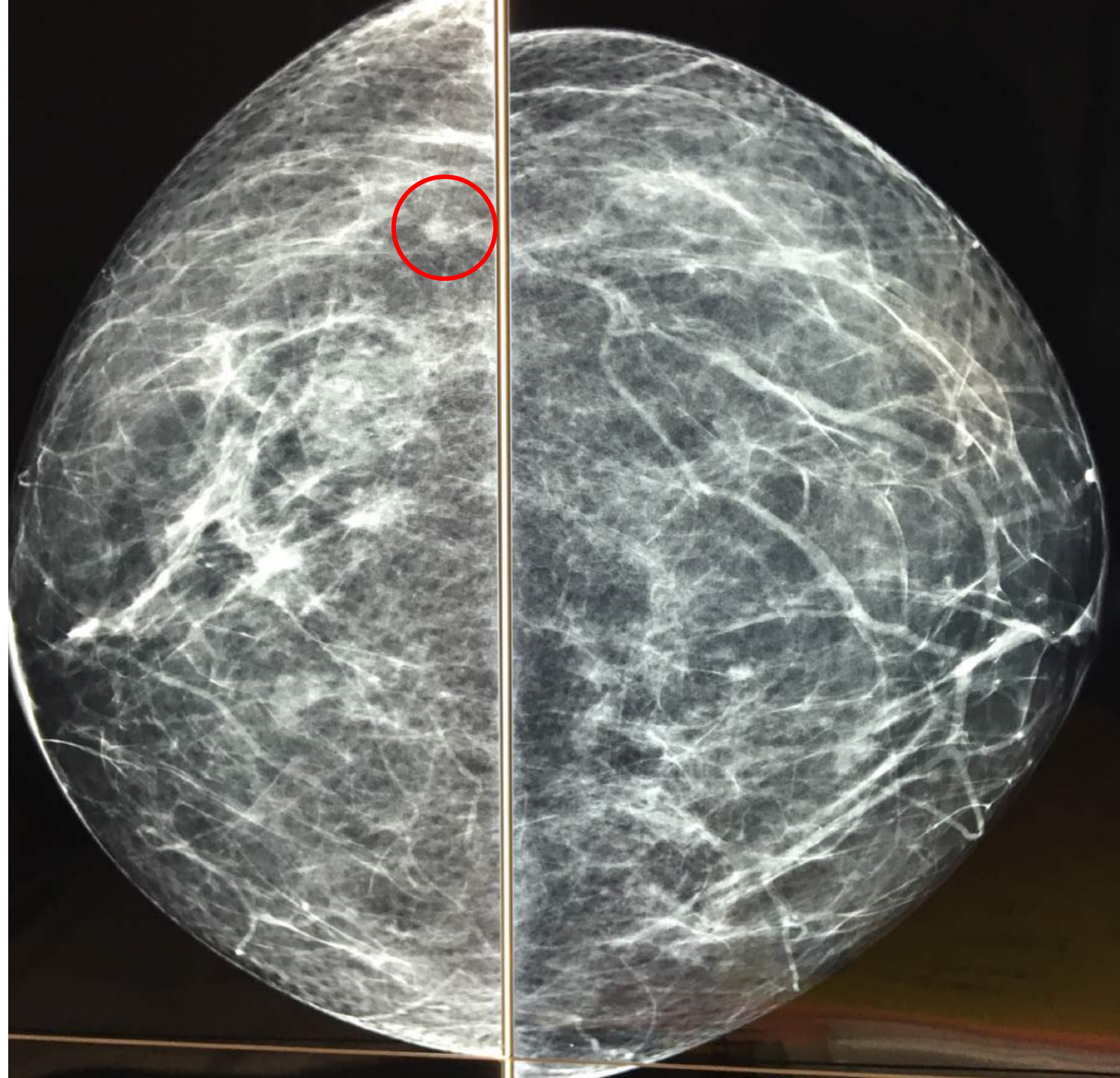


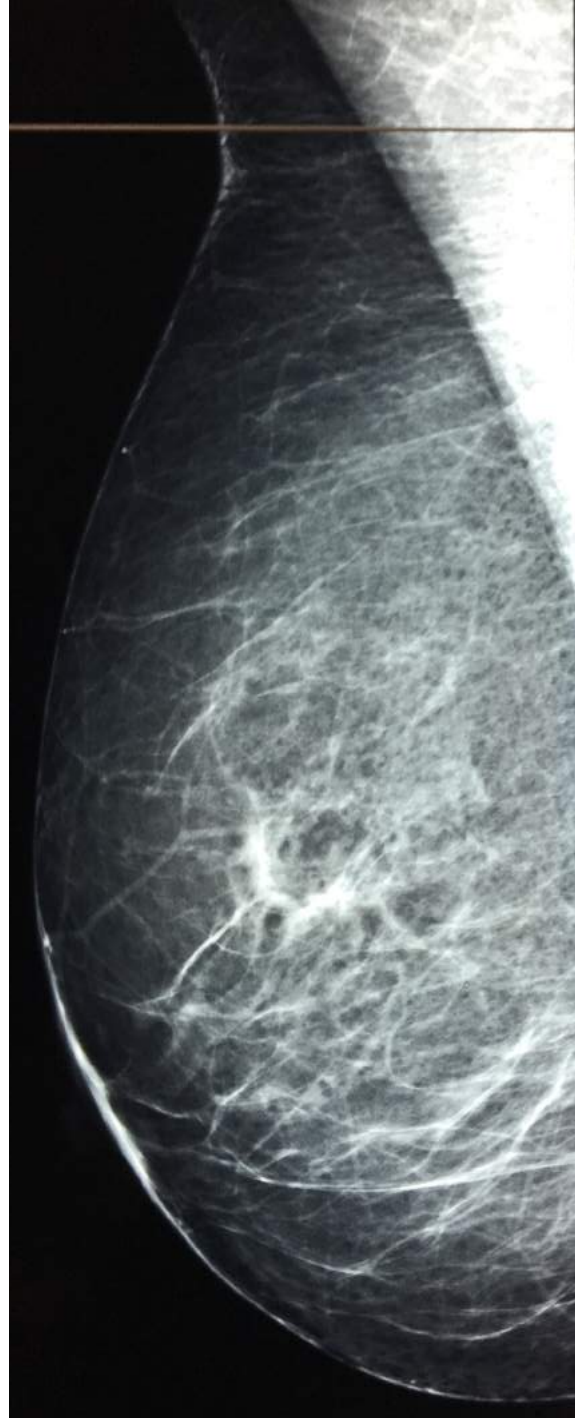
Remèdes aux « erreurs »

- **Double** lecture
 - Programmes de dépistage
 - **6-20%** cancers « rattrapés »









Inconvénients de la double lecture

- Coût
- Organisation lourde
- Retard d'interprétation

- Remplacer le deuxième lecteur ?

Objectifs **initiaux** de l'aide informatisée

- Aide à la détection
- Marquer les zones **suspectes**
- Diminuer les erreurs de **détection**
 - Cancers détectés plus tôt
 - Traitements moins lourds

Comment ?

Principes du CAD

- Réseaux neuronaux
- Segmentation des images
- Analyse : densité, contours, forme
- Comparaison à une base de données pathologique

- Compenser les erreurs humaines

2 Comment **fonctionne** le CAD ?

**Analyse
des données brutes**

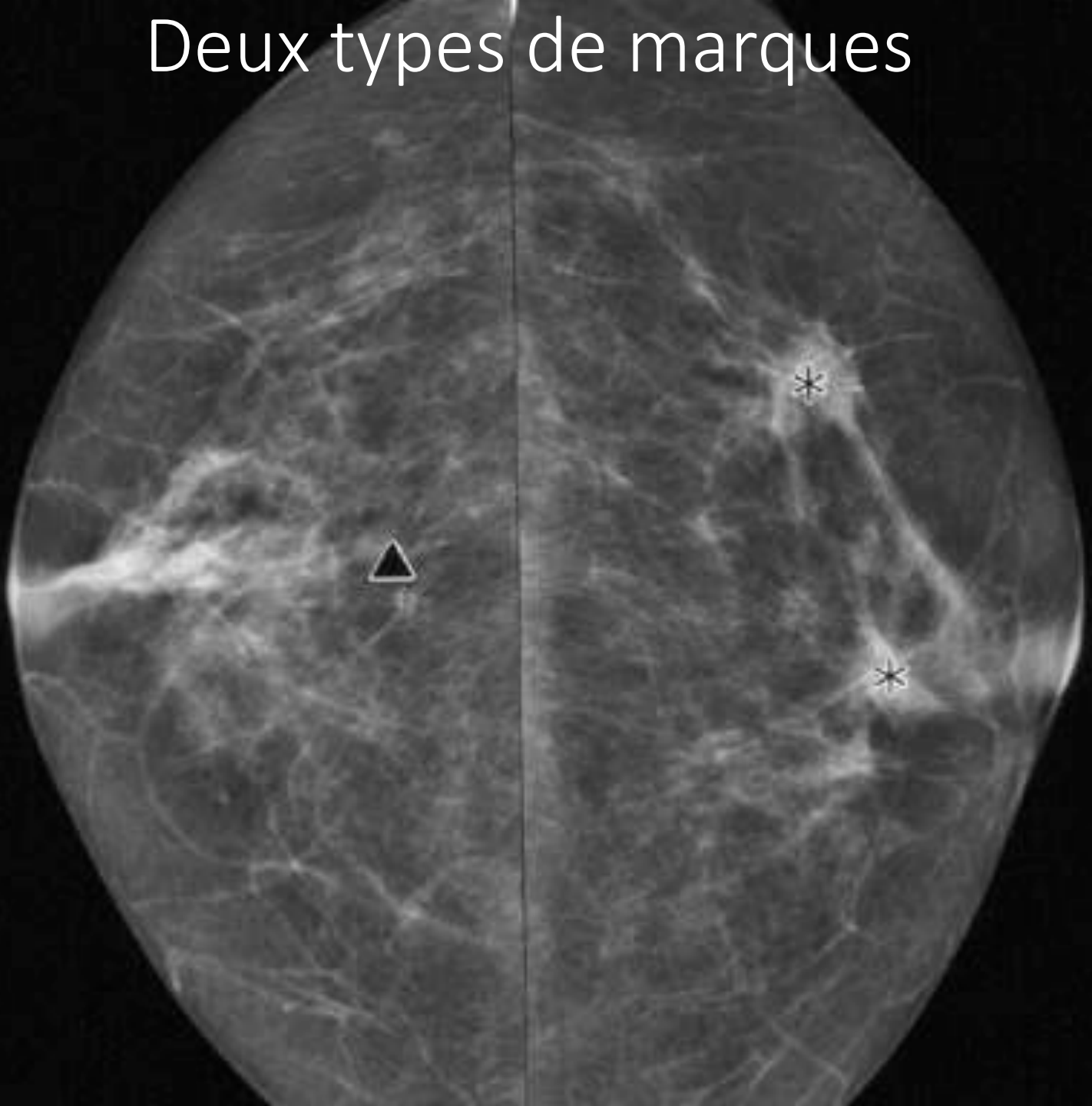
en temps réel



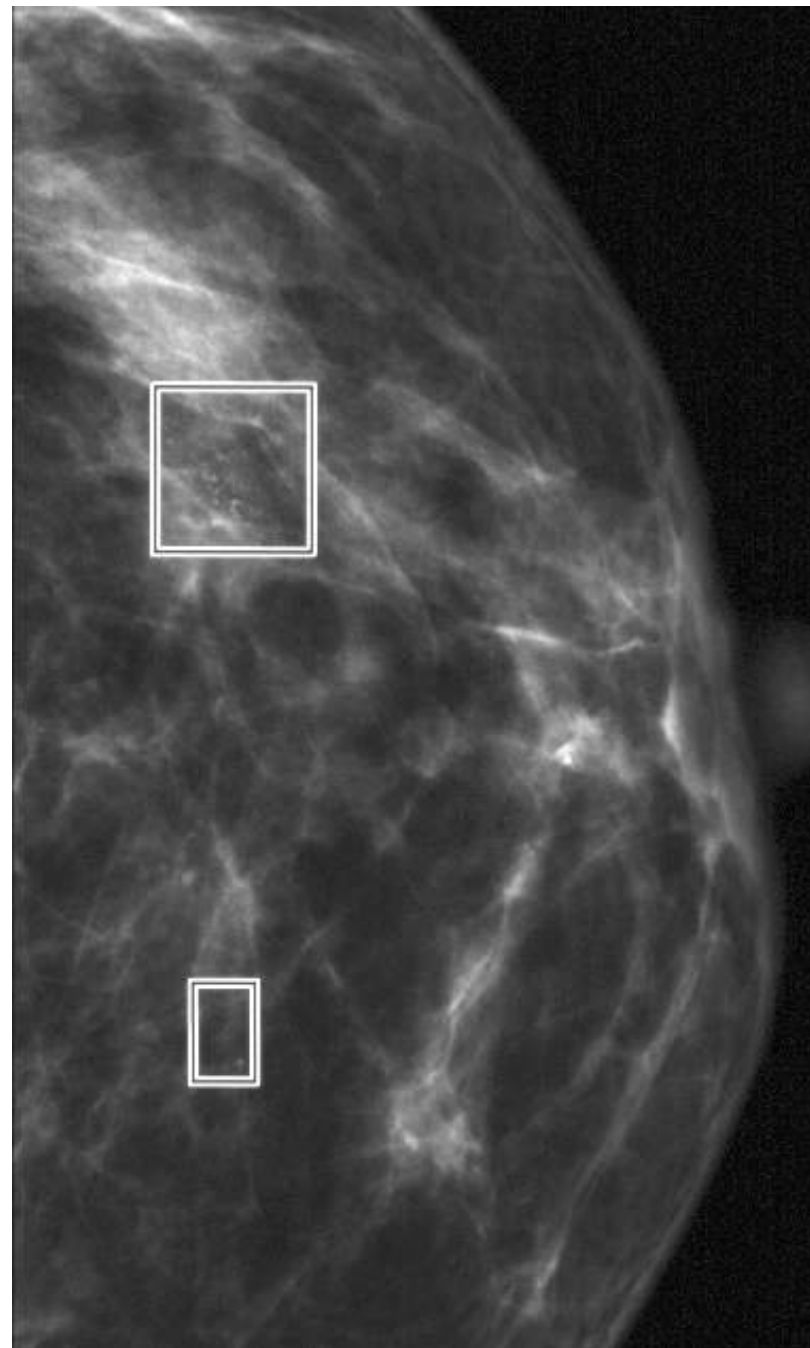
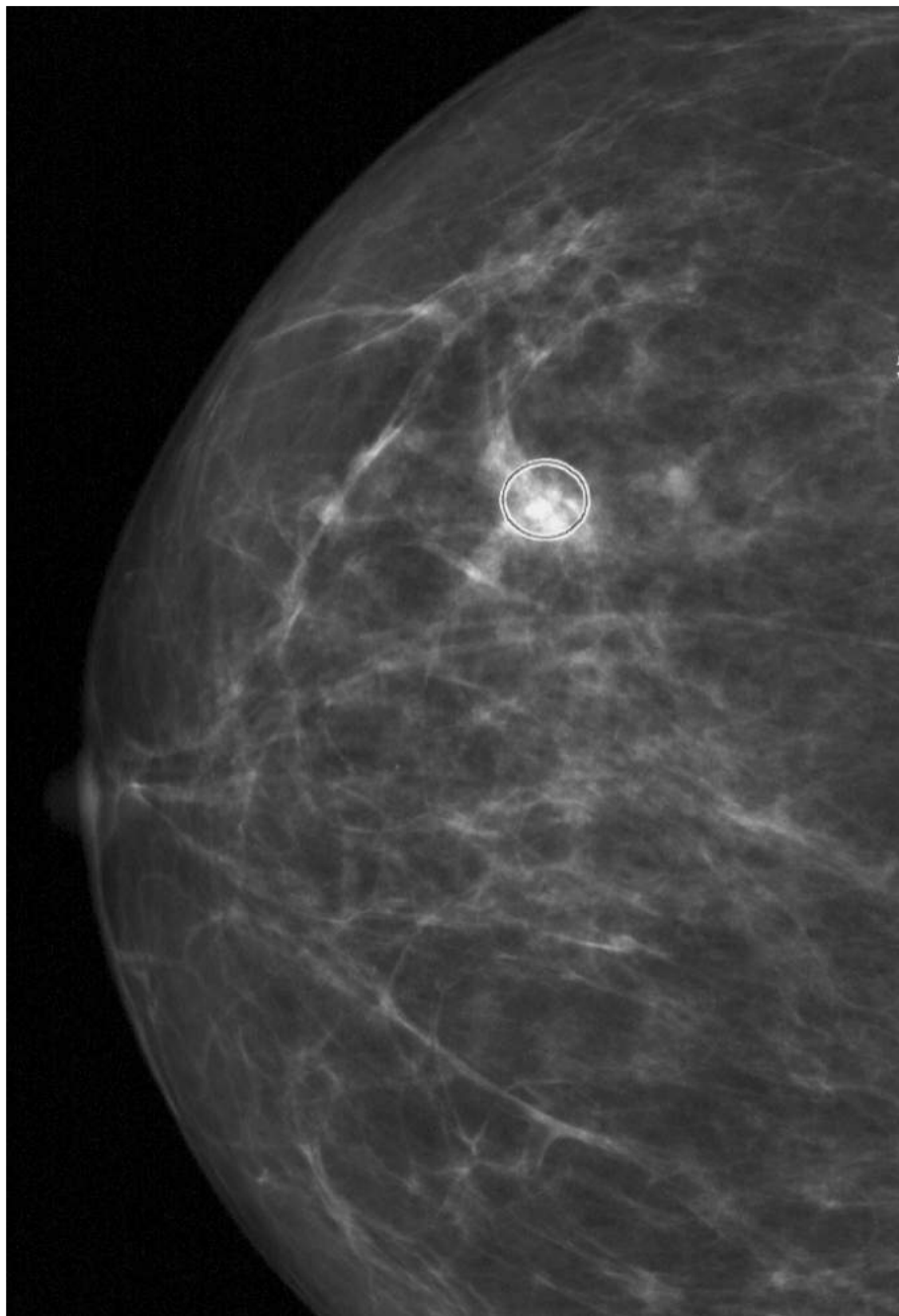
CAD

Deux types de marques

R 2



• Icad



2 Quelles sont les performances du CAD ?

- Etudes rétrospectives
 - Cancers prouvés
- Etudes prospectives
 - Performances sans et avec CAD

Etudes rétrospectives

- 103 cancers
 - 44 / 44 microcalcifications
 - 23 / 23 masse + micro
 - 32 / 36 masses
- 100 mammographies normales
 - 1,8 marques / patiente
 - 360 marques pour 1 cancer
- [Yang SK](#) Screening Mammography-detected Cancers: Sensitivity of a CAD System Applied to Full-Field Digital Mammograms. Radiology 2007

CAD et cancers manqués

- 115 cancers manqués / 1083 cancers
 - Cancers manqués :
 - » 70% : masses
 - » 30% : microcalcifications
 - CAD : détection de 88 / 115 = 77 %
 - » 86% calcifications
 - » 70% masses

Etudes prospectives

- 20% cancers « rattrapés » par le CAD

Freer, Radiology 2001, 220(3):781-6

Cupples TE, Am J Roentgenol 2005 ;185: 944-50

Développement aux USA



- Approbation FDA 1998
- Plaintes pour **non détection** fréquentes
- Financement du CAD par les compagnies d'assurance : 7-20 \$/patiente
- 2008 : 75% installations équipées en CAD

Dépistage organisé

Remplacement du 2^{ème} lecteur ?





ORIGINAL ARTICLE

[◀ Previous](#)

Volume 359:1675-1684

[October 16, 2008](#)

Number 16

[Next ▶](#)

Single Reading with Computer-Aided Detection for Screening Mammography

Fiona J. Gilbert, F.R.C.R., Susan M. Astley, Ph.D., Maureen G.C. Gillan, Ph.D., Olorunsola F. Agbaje, Ph.D., Matthew G. Wallis, F.R.C.R., Jonathan James, F.R.C.R., Caroline R.M. Boggis, F.R.C.R., Stephen W. Duffy, M.Sc., for the CADET II Group

- 28204 femmes 50-70 ans
- Double lecture / **Lecture + CAD**
- 227 cancers
- 198 DL / **199 + CAD**
- **Rappel augmenté avec CAD**

Gilbert FJ, Astley SM, Gillan M, et al. N Engl J Med 2008 ; 359:1675-84

Comparaison double lecture / lecteur + CAD

- 6111 mammographies
- 1er lecteur : 90,2 %
- Lecteur + Cad : Sensibilité ↗ 1,3%
- Double lecture : sensibilité ↗ 8%
- 7/9 cancers non retenus

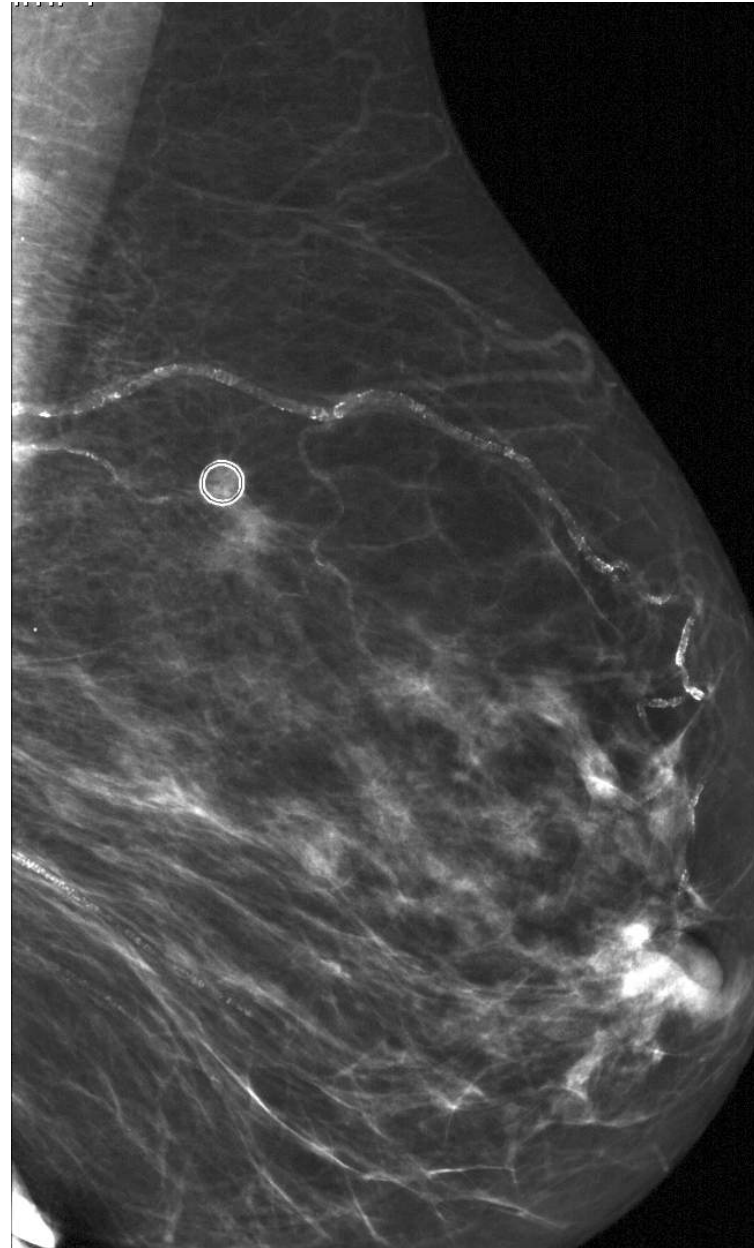
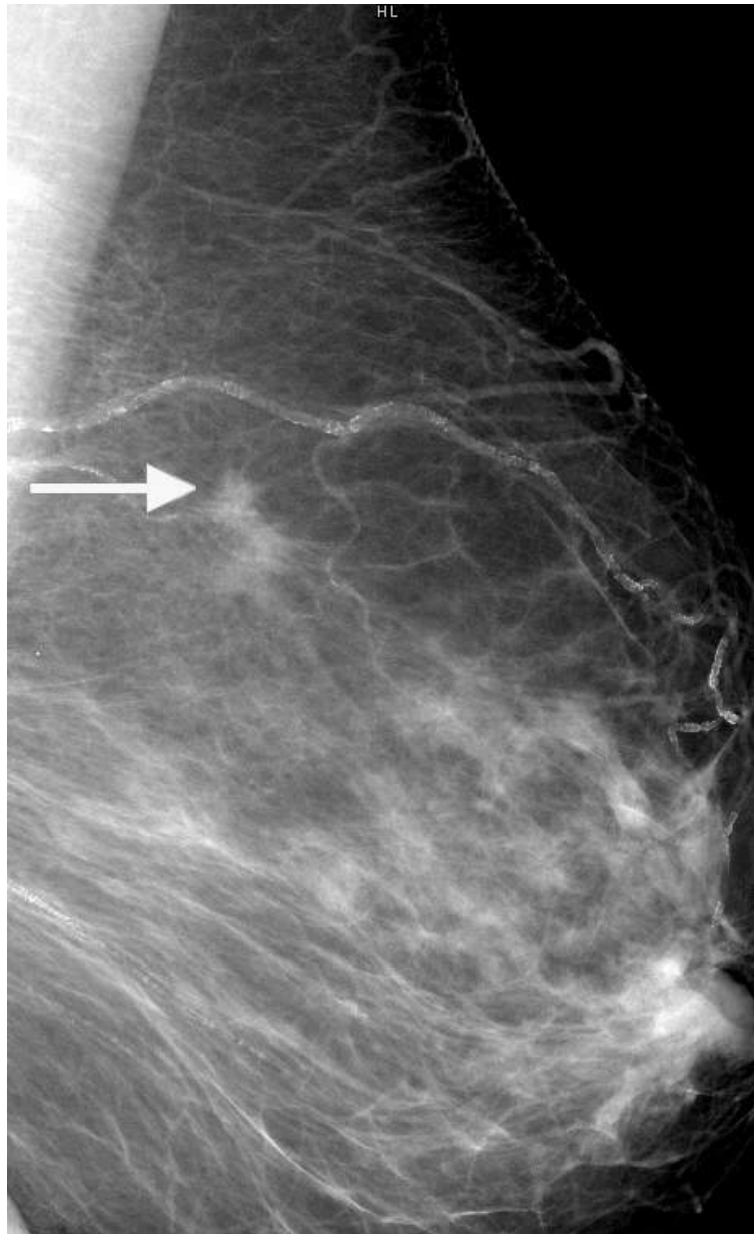
[Khoo LA, Taylor P, Given-Wilson RM.](#)

Computer-aided detection in the United Kingdom
National Breast Screening Programme: prospective study.
Radiology. 2005 ; 237 : 444-9.

Problèmes de spécificité

- 1 à 2 marques par patiente
- 360 marques pour 1 cancer
- 1 marque utile pour 2000 marques





Coût du CAD comme deuxième lecteur ?

- Comparaison coût 2^{ème} lecteur/ coût installation CAD
- 5.000 mammos/an : 590 Livres/1000 femmes
- 30.000 mammos/an : 227 Livres/1000 femmes

Is computer aided detection (CAD) cost effective in screening mammography? A model based on the CADET II study

Guerriero et al. BMC Health Services Research 2011, 11:11
<http://www.biomedcentral.com/1472-6963/11/11>

Influence négative du CAD ?

- 222.000 femmes
- Effets négatifs
 - Baisse spécificité :
 - Taux biopsies ↗ 19%
- **Sensibilité : 80,4 — 84%**
 - Cic 31%
- Coût du dépistage ↗ 18%



Diagnostic Accuracy of Digital Screening Mammography With and Without Computer-Aided Detection.

Lehman CD¹, Wellman RD², Buist DS², Kerlikowske K³, Tosteson AN⁴, Miglioretti DL⁵; Breast Cancer Surveillance Consortium.

323.000 patientes

Computer-aided detection does not improve diagnostic accuracy of mammography. These results suggest that insurers pay more for CAD with no established benefit to women.

Is It Time to Stop Paying for Computer-Aided Mammography?

Fenton JJ¹.

400 M\$

Quelle aide pour le radiologue ?

Radiology

REVIEWS AND COMMENTARY • EDITORIAL

Detecting Breast Cancers with Mammography: Will AI Succeed Where Traditional CAD Failed?

Manisha Bahl, MD, MPH

Deep Learning

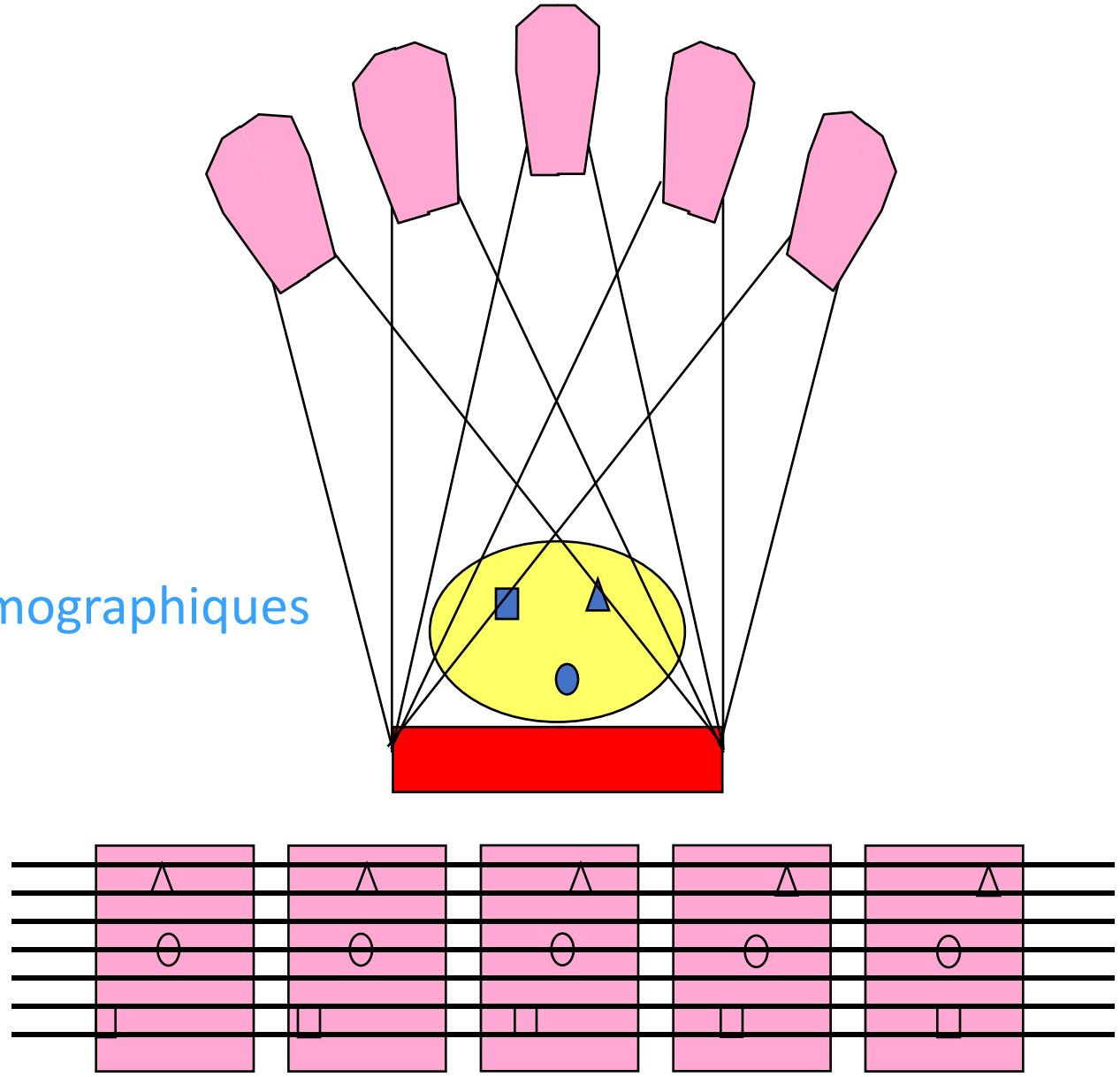
Arrivée de la tomosynthèse

Tomosynthèse : Mammographie 3D

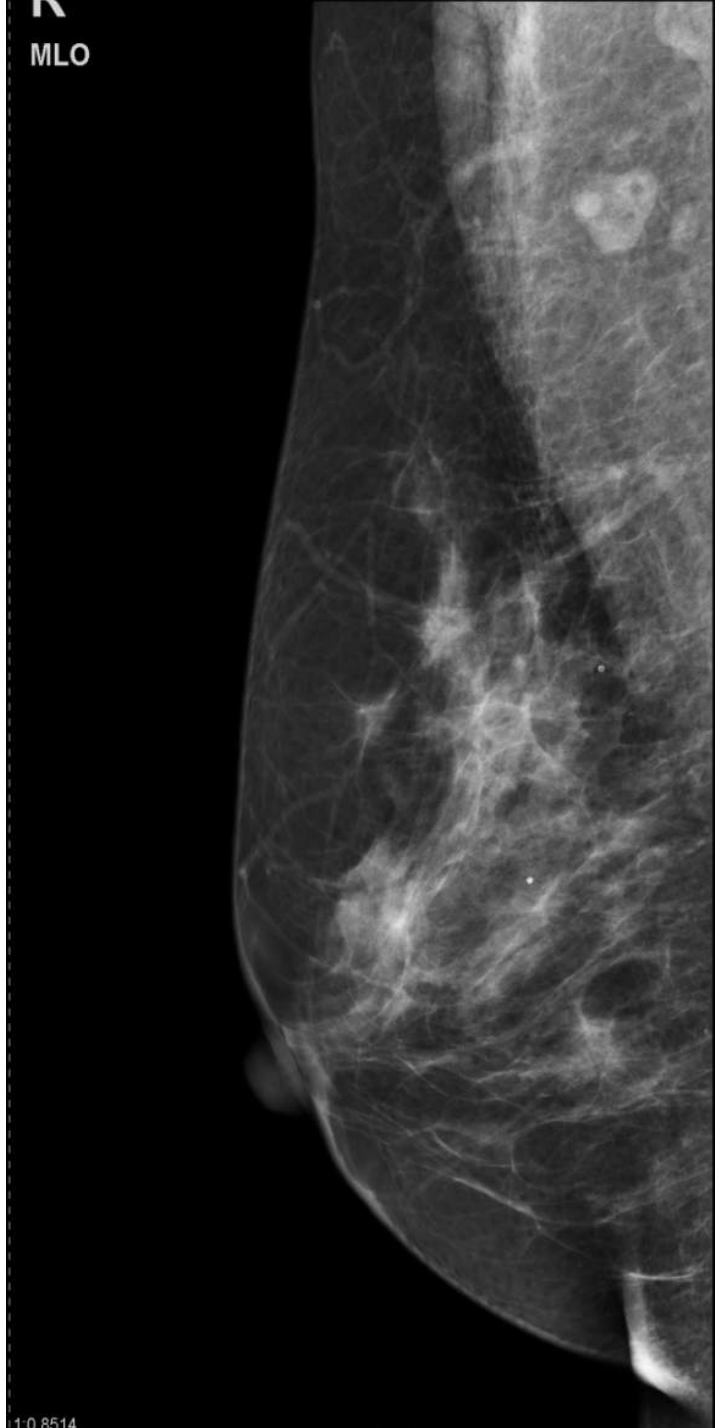
Multiples expositions

Reconstruction en plans tomographiques

Plan // détecteur



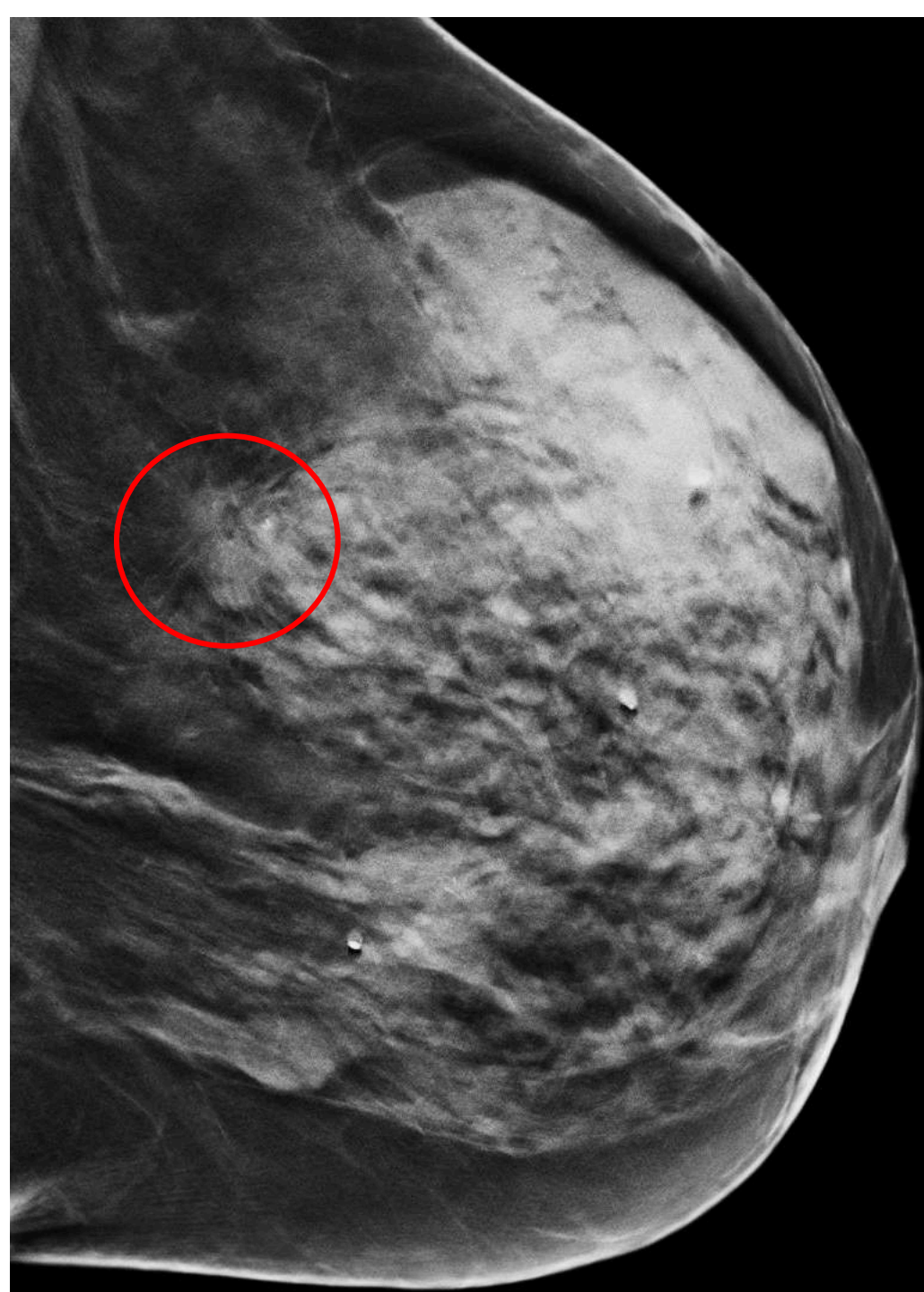
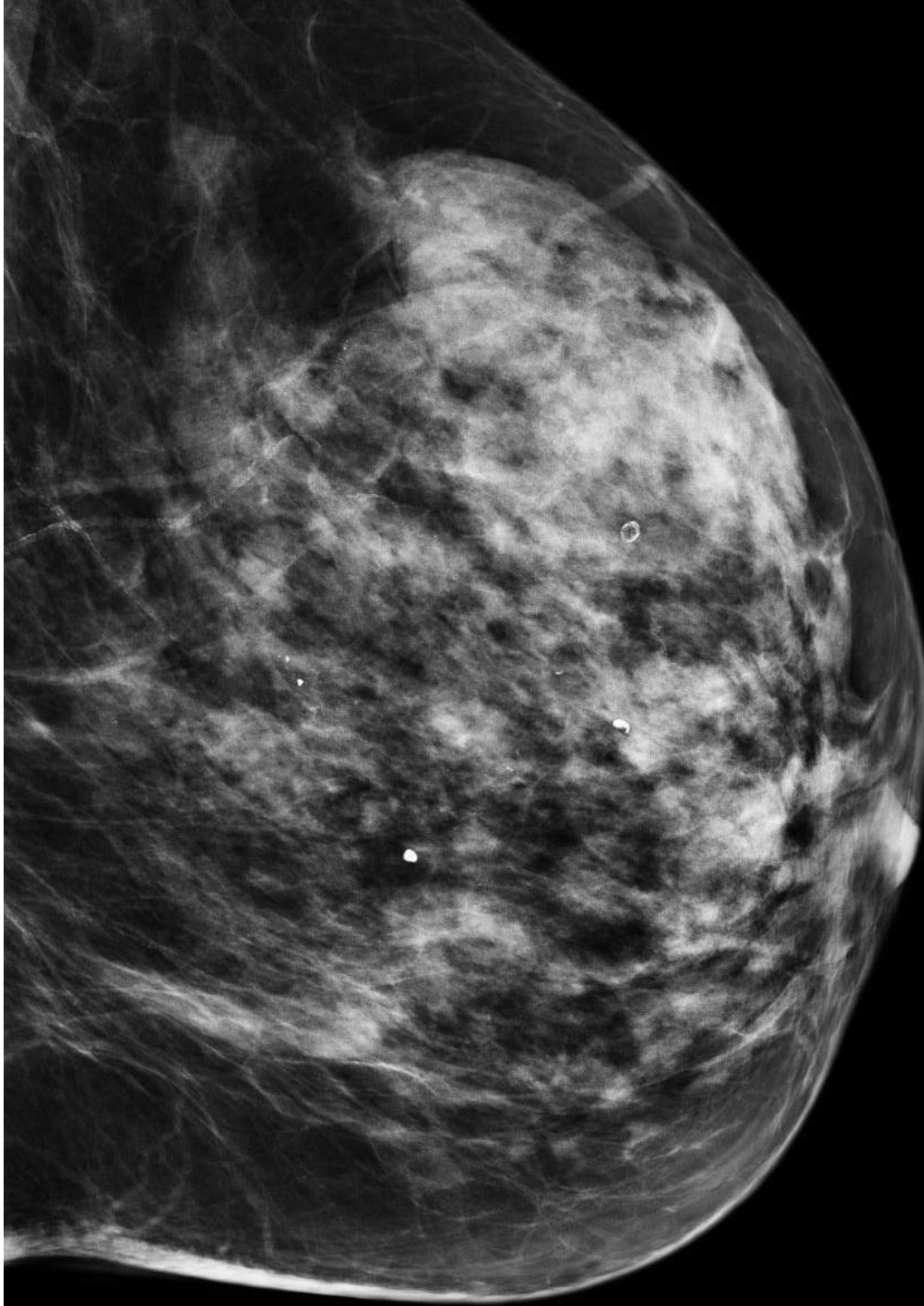
R
MLO






1-0.8514

R
MLO





Sensibilité : Essais prospectifs

Etude		2D	2D + 3D	Cancers supplémentaires
Oslo		7,1	9,4	31 %
Storm		5,3	8,1	51 %
Malmö		6,3	8,9	41 %

Sensibilité : Essais rétrospectifs




Etude	2D	2D + 3D	Cancers supplémentaires
Haas Radiology	5,2	5,7	10 %
Rose AJR	4,9	6,3	30 %
Greenberg AJR	4	5,4	35 %
Mc Carty JNCI	4,6	5,5	20 %
Friedewald JAMA	4,2	5,4	29 %

Cancers supplémentaires






- Masses spiculées
- Distorsions

- Cancers **invasifs** (80%)
- Taille centimétrique

Taux de rappel/1000 dépistages : Enquêtes prospectives

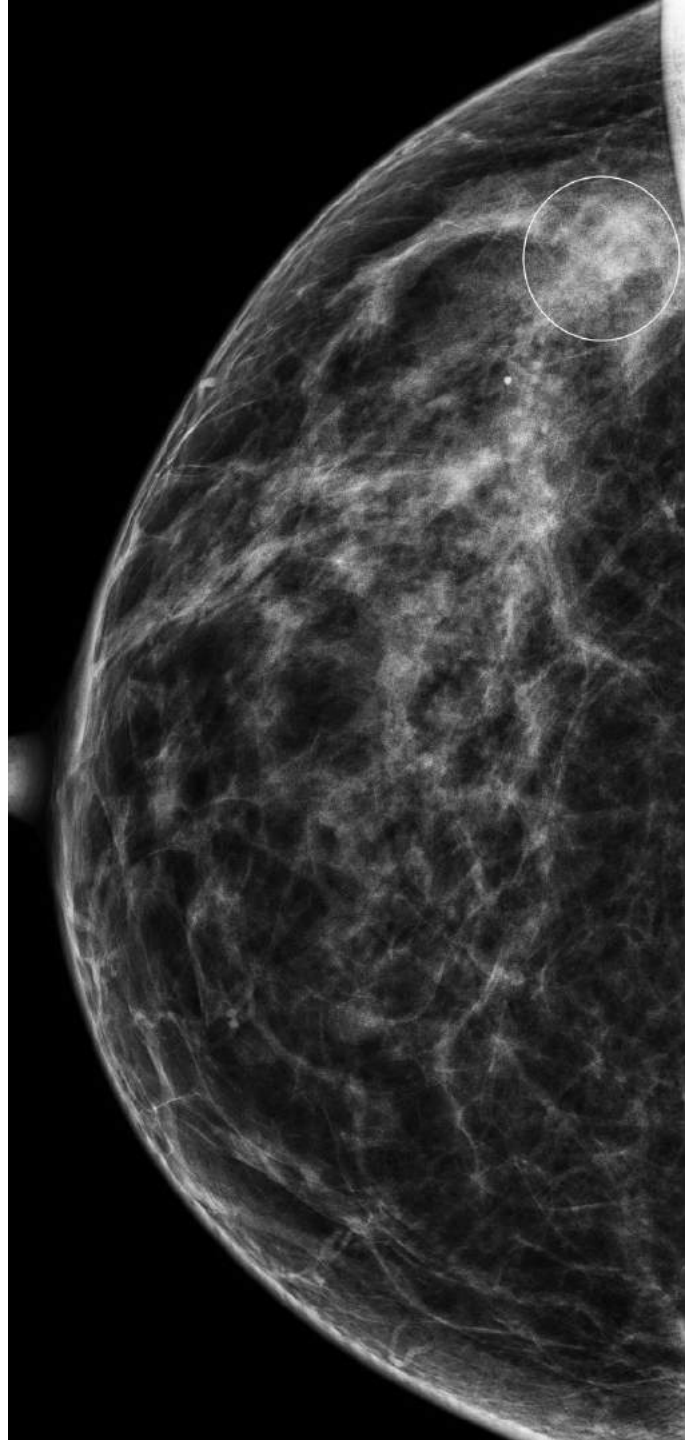
Etude	2D	2D + 3D	Gain en pourcentage
Oslo 	103	85	17%
Ciatto 	45	35	18%
Malmö 	26	38	-43%

Taux de rappel/1000 dépistages : Enquêtes rétrospectives

Publication	2D	2D + 3D	Gain en pourcentage
	120	84	30%
	162	136	19%
	87	55	37%
	104	88	15%
	107	91	15%

Application du CAD à la tomosynthèse

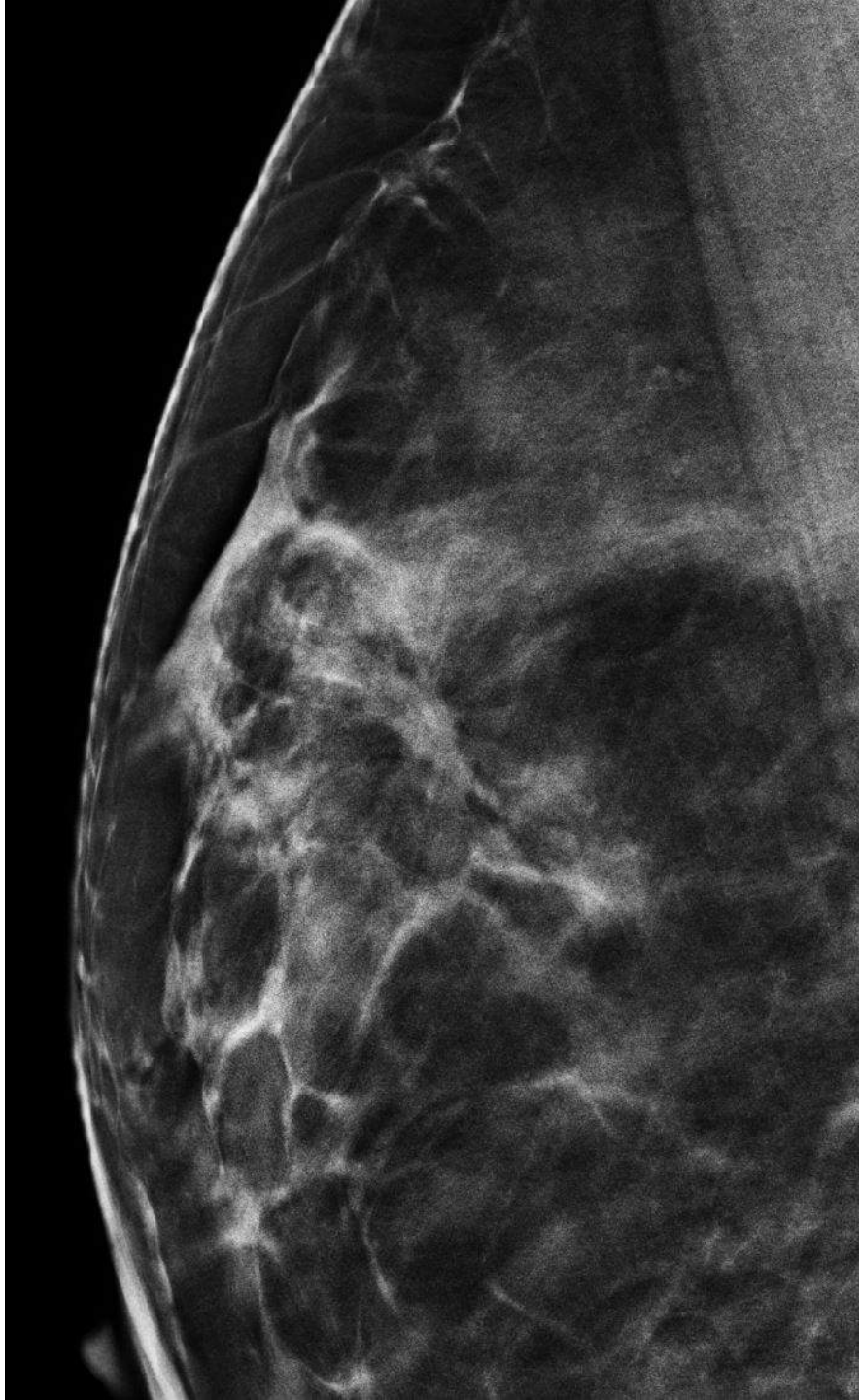
- Meilleure sensibilité/2D
- Meilleure spécificité (3 fois moins de marques)



Case Score = 73%
iCAD Tomo Detection 2.0.1.0-H



Case Score = 73%
iCAD Tomo Detection 2.0.1.0-H



Inconvénients de la **tomosynthèse**

- Temps de lecture plus long (50-200%)
- Irradiation supplémentaire

Gain de temps

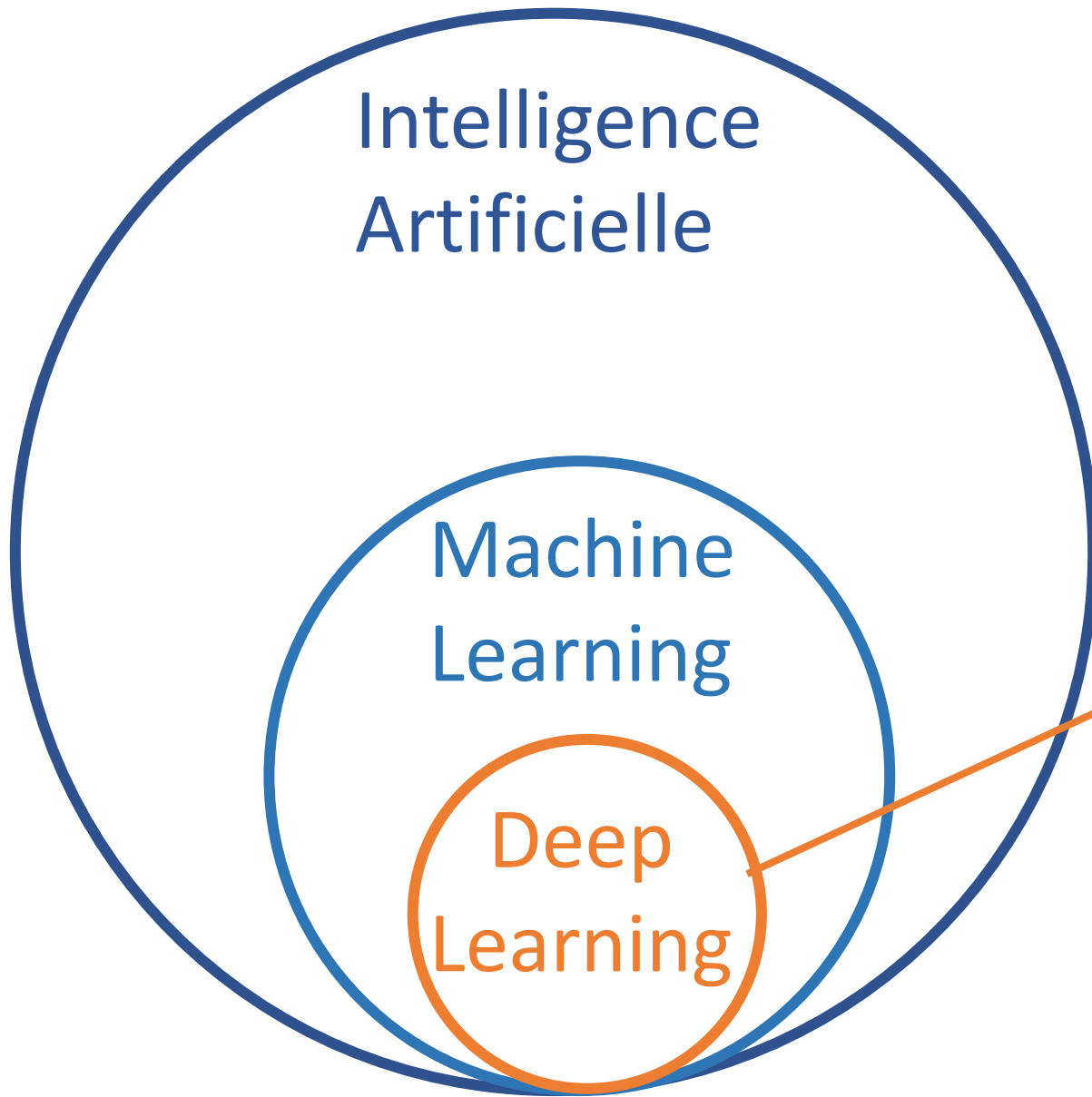
- 23% de réduction de temps de lecture avec CAD
- Sensibilité identique

[Eur J Radiol](#). 2017 Dec;97:83-89

Improving digital breast tomosynthesis reading time:

A pilot multi-reader, multi-case study using concurrent Computer-Aided Detection (CAD).

[Balleyguier C](#)¹, [Arfi-Rouche J](#)², [Levy L](#)³, [Toubiana PR](#)⁴, [Cohen-Scali F](#)⁴, [Toledano AY](#)⁵, [Boyer B](#)⁶.



Intelligence
Artificielle

Machine
Learning

Deep
Learning

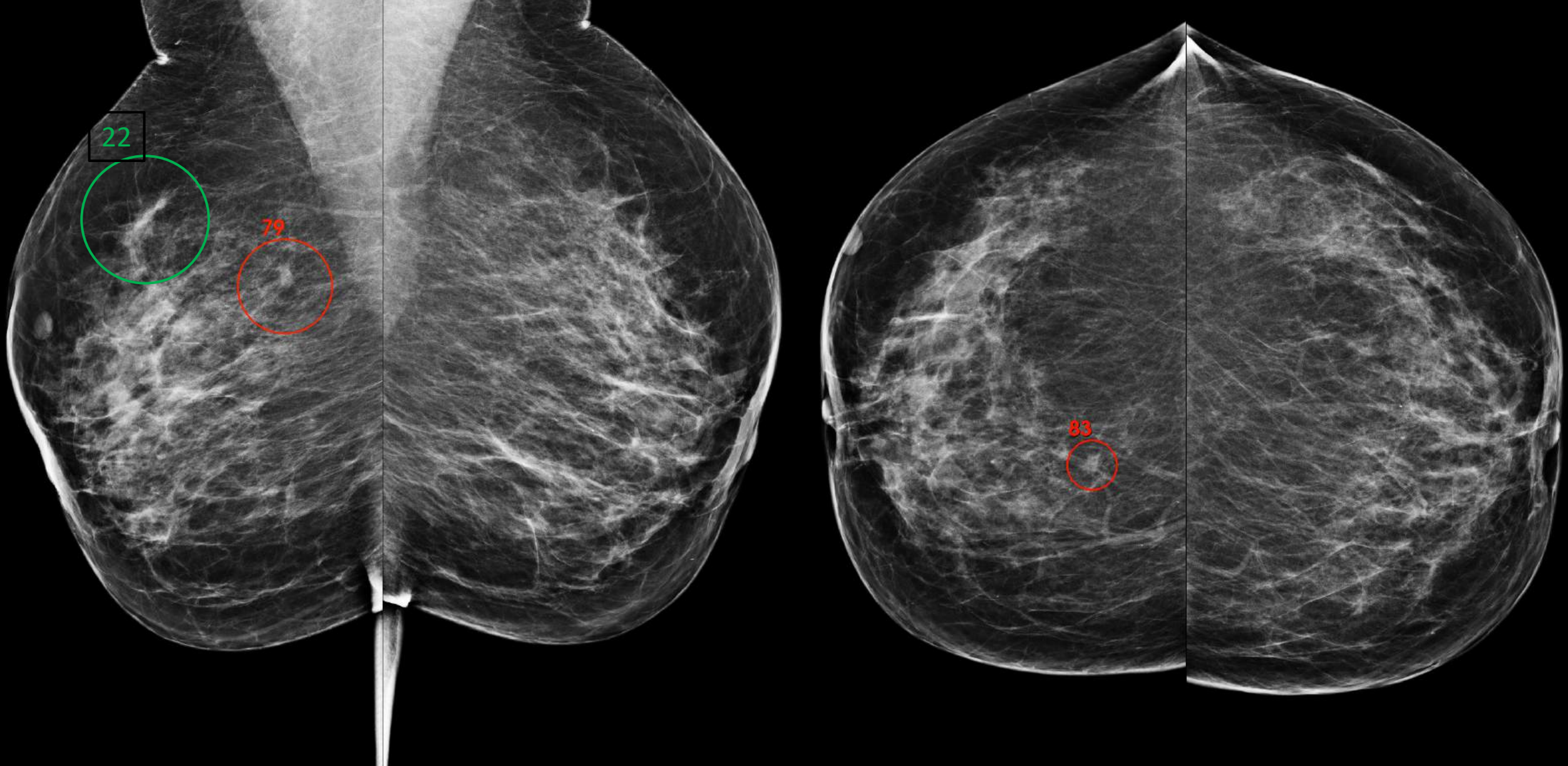
S'améliore avec le nombre
de données

Evolution du CAD

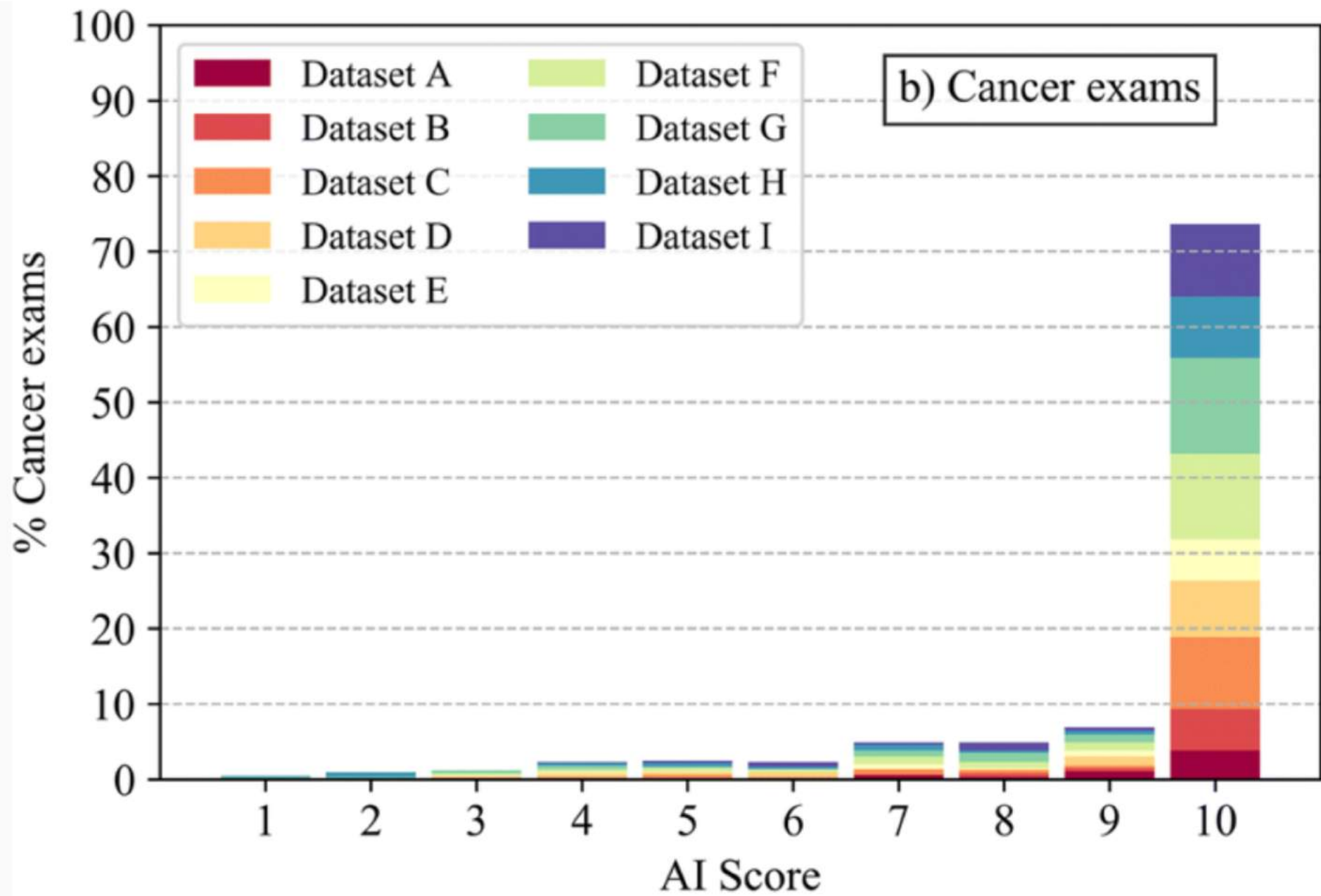
• Aide à la détection \longrightarrow Aide à l'interprétation

• Transpara

- Marques
- Analyse interactive
- Probabilité de malignité



10



Filtrer les examens « inutiles »

Intervention de l'IA **avant le lecteur**

- Score > 5 :
 - examens interprétés : diminution de 47%
 - vrais + exclus : 7%
- Score > 2 :
 - examens interprétés : diminution de 17%
 - vrais + exclus : 1%

Eur Radiol. 2019 Apr 16. doi: 10.1007/s00330-019-06186-9. [Epub ahead of print]

Can we reduce the workload of mammographic screening by automatic identification of normal exams with artificial intelligence? A feasibility study.

Rodriguez-Ruiz A^{1,2}, Lång K³, Gubern-Merida A², Teuwen J¹, Broeders M^{4,5}, Gennaro G⁶, Clauser P⁷, Helbich TH⁷, Chevalier M⁸, Mertelmeier T⁹, Wallis MG¹⁰, Andersson I¹¹, Zackrisson S¹², Sechopoulos I^{1,5}, Mann RM¹³.

If You Don't Find It Often, You Often Don't Find It: Why Some Cancers Are Missed in Breast Cancer Screening

[Karla K. Evans](#),^{1, *} [Robyn L. Birdwell](#),² and [Jeremy M. Wolfe](#)¹

L'IA peut-elle nuire au radiologue ?

- Baisse des vocations ?
- Utilisation rétrospective du CAD

Utilisation **rétrospective** du CAD

- Microcalcifications
- 6 mois plus tard : CCI
- Désaccord des experts
- Utilisation du CAD
- Plainte rejetée

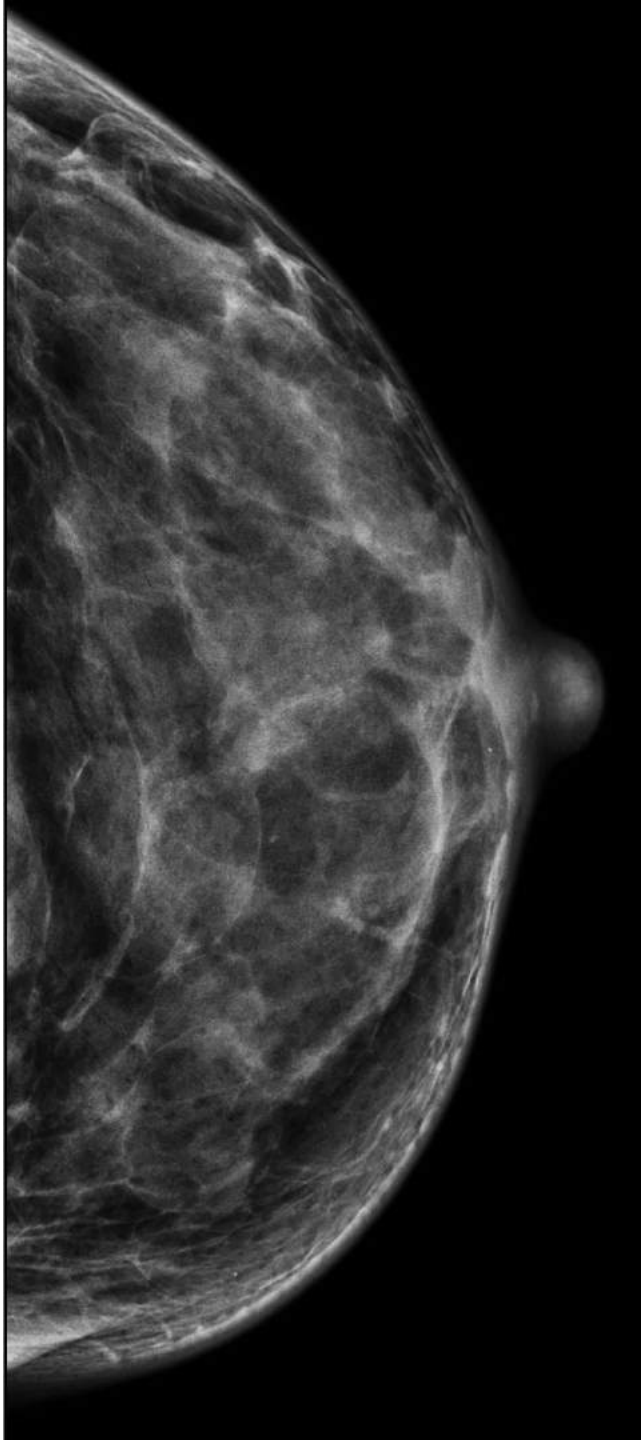
Brenner RJ, Ulissey MJ, Wilt RM.
Computer-aided detection as evidence in the courtroom:
potential implications of an appellate court's ruling.
Am J Roentgenol 2006 ;186 : 48-51.

Avenir

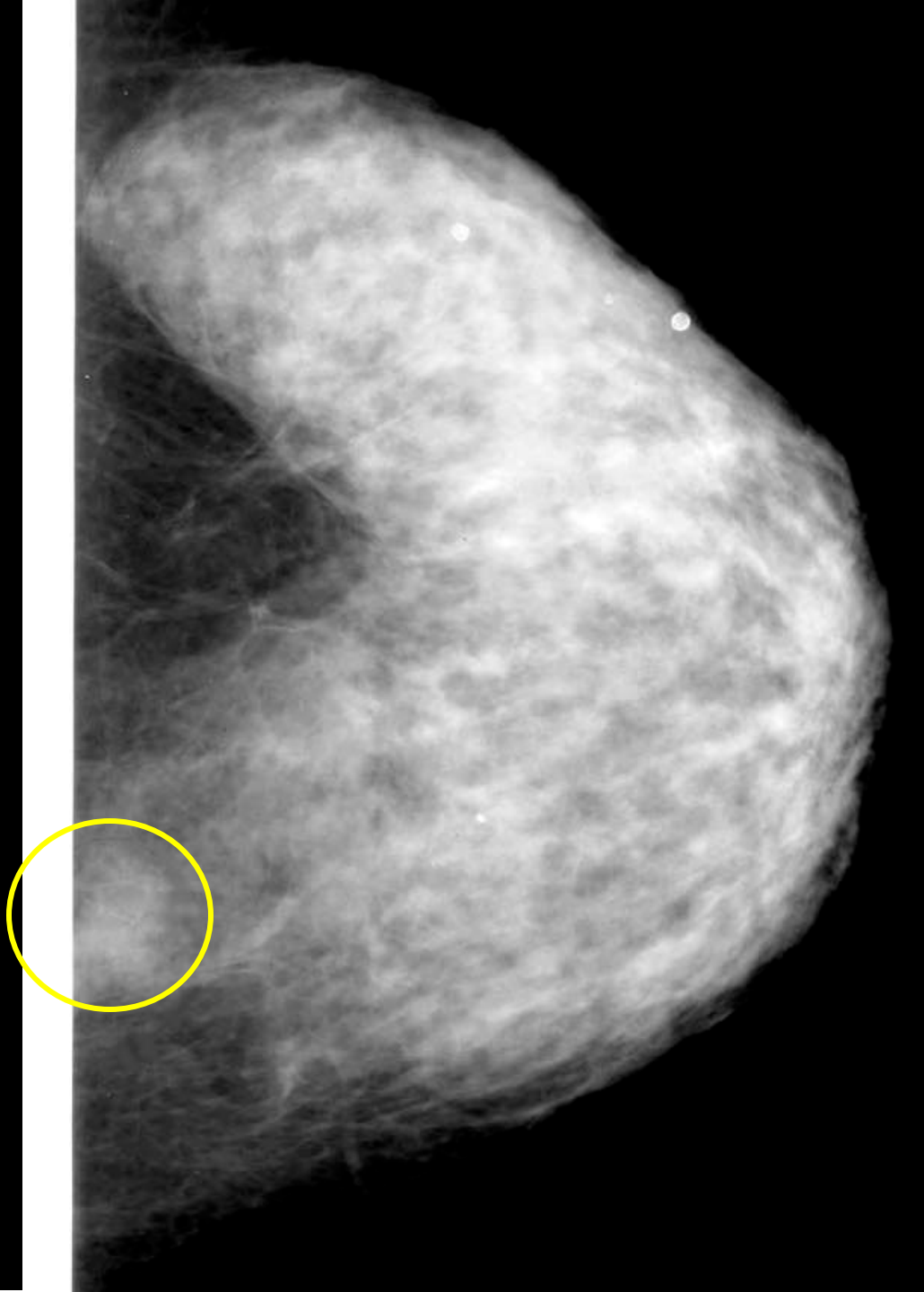
- Détection « intelligente »
 - Détection des cancers agressifs
 - Détection des cancers lentement évolutifs
- Détection des cancers qui échappent à l'œil
 - Radiomique

Conclusion

- Aide à la détection : non
- Aide à l'interprétation : oui ?



CCI 21 mm



Sep 30 2008, 17:21:04

Exam: Sep 30 2008, 17:21:53

L
MLO

