

# CHOLANGIO-PANCRÉATOGRAPHIE IRM EN SÉQUENCE SINGLE SHOT FAST SPIN ECHO

F Lefèvre, P Crouzet, H Gaucher, F Chapuis, S Béot, H Boccaccini, C Bazin et D Régent

## ABSTRACT

### MR cholangiopancreatography in single shot fast spin echo sequence

**Purpose:** To assess the value of single shot fast spin echo MR sequence (SS-FSE) in the morphological analysis of the biliary tree and pancreatic ducts and to compare its accuracy with other imaging methods.

**Material and methods:** 95 consecutive patients referred for clinical and/or biological suspicion of biliary obstruction were explored with MR cholangiopancreatography (MRCP). All patients were explored with a Signa 1.5 T GE MR unit, with High Gradient Field Strength and Torso Phased Array Coil. Biliary ducts were explored with SS-FSE sequence, coronal and oblique coronal 20 mm thick slices on a 256 × 256 matrix. Total acquisition time was 1 second. Native pictures were reviewed by two radiologists blinded to clinical information. In case of disagreement, a third radiologist's judgment was requested. In 88 cases, MRCP results were compared with direct biligraphy methods.

**Results:** In all cases, MRCP produced high quality images without MIP or other post-processing methods. For detection of biliary tree distensions, the concordance value of MRCP was over 91% (Kappa 0.82). For detection of biliary tree and/or pancreatic duct obstruction, MR sensitivity was 100% and specificity 91%. The overall diagnostic concordance value of MRCP was 93%. Difficulties in MRCP were caused by functional diseases or benign stenosis. MRCP accurately diagnosed all lithiasic obstructions starting from a stone size of 3 mm.

**Conclusion:** MRCP produces fastly highquality images. As it is totally safe, it can be proposed as a first intention method in biliopancreatic duct explorations.

**Key words:** Biliary duct. MRI. MRCP. Single shot fast spin echo.

J Radiol 1998;79:415-25.

## RÉSUMÉ

**Objectifs :** évaluer la séquence single shot fast spin echo (SS-FSE), nouvelle séquence de cholangio-pancréatographie IRM, dans l'analyse morphologique des voies bilio-pancréatiques et confronter sa valeur diagnostique aux autres méthodes d'imagerie.

**Matériels et méthodes :** 95 patients consécutifs qui présentaient un point d'appel clinique ou biologique orientant vers une pathologie biliaire, ont été explorés par une cholangio-pancréatographie IRM (CP-IRM). Toutes les explorations IRM ont été réalisées sur un imageur 1,5 Tesla avec gradients puissants et antenne réceptrice en réseauphasé. Les voies bilio-pancréatiques ont été explorées avec la séquence SS-FSE, en coupes épaisses de 20 mm, frontales et frontales obliques, en matrice 256 × 256, en 1 seconde d'acquisition. Les images natives ont été analysées par deux lecteurs avec avis d'un expert en cas de désaccord. Les résultats de la CP-IRM ont été confrontés aux examens de référence dans 88 cas.

**Résultats :** la CP-IRM a permis d'obtenir des images de qualité dans tous les cas, sans utiliser de post-traitement de type MIP. La concordance de la CP-IRM dans la détection des dilatations des voies bilio-pancréatiques est supérieure à 91 % (Kappa à 0,82). La CP-IRM a une sensibilité de 100 %, une spécificité de 91% dans la détection d'un obstacle des voies bilio-pancréatiques. La concordance diagnostique de la CP-IRM est à 93 %. Les tumeurs de la région ampullaire sont difficiles à différencier des anomalies fonctionnelles et/ou bénignes en CP-IRM. Tous les obstacles lithiasiques (n=14) ont été diagnostiqués par la CP-IRM, le plus petit calcul mesurant 3mm.

**Conclusions :** la CP-IRM, lorsque les images sont de qualité élevée et faciles à obtenir, peut être proposée comme investigation morphologique en première intention dans l'exploration diagnostique des voies bilio-pancréatiques en raison de sa totale innocuité.

**Mots-clés :** Voies biliaires. Imagerie par résonance magnétique. Écho de spin rapide. Cholangio-pancréatographie IRM. Single shot fast spin echo.

## INTRODUCTION

Les techniques instrumentales d'opacification directes des voies biliaires restent la référence (1) mais sont invasives. La cholangio-pancréatographie IRM (CP-IRM) a bénéficié des progrès des techniques d'imagerie rapide en pondération T2. Les premières séquences réellement adaptées à l'exploration des voies bilio-pancréatiques reposaient sur des techniques fast spin echo (2-7) en respiration libre (8), en apnée (9) ou avec compensa-

### Abréviations :

CP-IRM	: cholangio-pancréatographie IRM	FOV	: champs de vue
RF	: radio fréquence	FMP-SPGR	: fast multi planar spoiled grass
ETL	: train d'échos	MIP	: maximum intensity projection
SS-FSE	: single shot fast spin echo	CPRE	: cholangio-pancréatographie rétrograde endoscopique
TSE-SS	: turbo spin echo single shot	VBP	: voie biliaire principale
HASTE	: half Fourier acquisition single shot turbo spin echo	VBIH	: voies biliaires intrahépatiques
TR	: temps de répétition	FP	: faux positif
TE	: temps d'écho	FN	: faux négatif
ESP	: espace inter-écho		

**Tableau I :**

Effectifs des pathologies rencontrées.

**Table I :***Diagnoses in patients.*

Voies bilio-pancréatiques normales :	33
Pathologie lithiasique obstructive :	14
Dilatations des VB sans obstacle et sténoses bénignes :	17
- 2 sténoses sur pancréatites (1 aiguë et 1 chronique)	
- 4 sténoses postopératoires	
- 5 oddites	
- 3 dilatations de la voie biliaire sans obstacle	
- 3 dilatations post-cholécystectomies	
Tumeurs :	25
- 10 cholangiocarcinomes :	
• 1 forme périphérique (intra-hépatique)	
• 3 formes centrales (tumeur de Klastkin)	
• 6 formes de la VBP	
- 5 tumeurs ampullaires	
- 5 carcinomes pancréatiques	
- 3 calculo-cancers vésiculaires	
- 1 tumeur non étiquetée	
- 1 macronodule de régénération hépatique	

tion respiratoire (10-11). L'apparition de séquences en « single shot » a constitué une réelle avancée dans le domaine des acquisitions en apnée ; elles permettent l'acquisition en un temps très court d'une image très fortement pondérée T2 après une seule impulsion RF de 90° (single shot) un train d'échos (ETL) long pouvant aller de 96 à 276 et en effectuant un balayage complet ou partiel du plan de Fourier (espace K) (12-18).

La séquence SS-FSE (single shot fast spin echo), nouvellement proposée à titre prototype (General Electric) et que nous utilisons depuis un an, repose sur le même principe, mais dispose d'un certain nombre d'avantages fondamentaux qui permettent de transformer les modalités d'acquisition des images et leurs qualités diagnostiques.

Les buts de notre étude, sont d'évaluer cette séquence SS-FSE dans l'analyse morphologique des voies bilio-pancréatiques et sa valeur diagnostique en la confrontant aux autres méthodes d'imagerie.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Les patients

Entre juillet 1996 et mars 1997, 95 patients consécutifs ont bénéficié d'une CP-IRM des voies bilio-pancréatiques en séquence SS-FSE. Il s'agissait de

**Tableau II :**

Visibilité des voies biliaires intrahépatiques chez 33 patients normaux.

**Table II :***Intrahepatic duct visibility in 33 normal patients.*

	1 div	%	2 div	%	3 div	%	4 div	%
VBIH droites	33	100,0	29	87,9	13	39,4	0	0,0
VBIH gauches	33	100,0	27	81,8	5	15,2	1	3,0

div : nombre de divisions des VBIH reconnu. VBIH: voies biliaires intrahépatiques.

**Tableau III :**

Visibilité des voies biliaires et pancréatiques chez 33 patients normaux.

**Table III :***Main biliary and pancreatic duct visibility in 33 normal patients.*

	Visible	%	En totalité	%	Diam moyen	E type
Branche droite	33	100,0	32	97,0	1,9	1,0
Branche gauche	33	100,0	33	100,0	1,9	1,0
Confluence sup.	32	97,0				
Canal hépatique	33	100,0	32	97,0	3,84	2,8
Confluence inf.	27	81,8				
Vésicule *	28	93,3				
Cholédoque	33	100,0	30	90,9	3,94	2,4
Wirsung	32	97,0	24	72,7	1,42	1,0
Canaux pancr. 2 <sup>nd</sup>	19	57,6				
Canaux pancr. acc.	7	21,2				

Diam moyen : diamètre moyen ; E type : écart type ; Confluence sup. : confluence biliaire supérieure ; Confluence inf. : confluence biliaire inférieure ; Canaux pancr. 2<sup>nd</sup> : canaux pancréatiques secondaires ; Canaux pancr. acc. : canaux pancréatiques accessoires ; \* : 31 patients non cholécystectomisés.

**Tableau IV :**

Visibilité des voies biliaires intrahépatiques dans 55 cas pathologiques.

**Table IV :***Intrahepatic duct visibility in 55 cases of biliopancreatic diseases.*

	1 div	%	2 div	%	3 div	%	4 div	%
VBIH droite	55	100,0	55	100,0	47	85,5	16	29,1
VBIH gauche	55	100,0	55	100,0	37	67,3	8	14,5

div : nombre de divisions des VBIH reconnu. VBIH : voies biliaires intrahépatiques.

57 femmes et 38 hommes âgés de 18 à 91 ans (âge moyen de 60,8 ans).

Tous les patients présentaient un point d'appel clinique : 52 d'entre eux (soit

**Tableau V :**

Visibilité des voies biliaires et pancréatiques chez 55 patients présentant une pathologie bilio-pancréatique.

**Table V :***Main biliary and pancreatic duct visibility in 55 cases of biliopancreatic diseases.*

	Visible	%	En totalité	%	Diam moyen	E type
Branche droite	55	100,0	49	89,1	7,58	3,4
Branche gauche	55	100,0	49	89,1	8,45	4,4
Confluence sup.	44	80,0				
Canal hépatique	53	96,4	43	78,2	11,65	6,6
Confluence inf.	25	45,5				
Vésicule *	22	56,4				
Cholédoque	54	98,2	38	69,1	11,14	7,2
Wirsung	53	96,4	44	80,0	2,7	3,1
Canaux pancr. 2 <sup>nd</sup>	36	65,5				
Canaux pancr. acc.	8	14,5				

Diam moyen : diamètre moyen ; E type : écart type ; Confluence sup. : confluence biliaire supérieure ; Confluence inf. : confluence biliaire inférieure ; Canaux pancr. 2<sup>nd</sup> : canaux pancréatiques secondaires ; Canaux pancr. acc. : canaux pancréatiques accessoires ; \* : 39 patients non cholécystectomisés.

**Tableau VI :**

Confrontations des données de la CP-IRM avec les examens de référence.

**Table VI :***Correlation of MRCP images with standard method.*

	N	CP-IRM	Concordance	Kappa	Se	Sp	VPP	VPN
<i>Dilatations</i>								
VBIH	48	42	0,91	0,82	0,95	0,86	0,875	0,95
VBP	49	45	0,93	0,86	0,92	0,95	0,96	0,9
Wirsung	10	8	0,97	0,82	0,8	0,89	0,89	0,97
<i>Obstacle</i>								
Présence	47	43	0,95	0,91	1	0,91	0,91	1
VBIH	7	7	1	1	1	1	1	1
VBP	32	29	0,97	0,92	0,91	1	1	0,95
Confl. bilio-pancr.	6	6	1	1	1	1	1	1
Pancréatique	2	1	0,99	0,66	0,5	1	1	0,99
<i>Diagnostic</i>								
Tumeurs	25	23	0,97	0,92	0,92	0,98	0,96	0,97
Stén. dilat.	17	12	0,93	0,76	0,71	0,99	0,92	0,93
Lithiases	14	14	1	1	1	1	1	1
VB normales	33	33	0,94	0,88	1	0,91	0,87	1

N : effectif ; CP-IRM: cholangio-pancréatographie IRM ; Concordance : concordance observée ; Kappa : valeur du test Kappa ; Se: sensibilité ; Sp : spécificité ; VPP : valeur prédictive positive ; VPN : valeur prédictive négative ; VBIH: voies biliaires intrahépatiques ; VBP : voie biliaire principale ; Wirsung : canal de Wirsung ; Présence : présence d'un obstacle ; confl. bilio-pancr.: confluence bilio-pancréatique ; Stén. dilat.: sténoses bénignes et dilatations sans obstacle ; VB normales : voies bilio-pancréatiques normales.

55 % de l'ensemble) présentaient des douleurs de l'hypochondre droit, 19 (20 %) de la fièvre, 36 (38 %) un ictère cutanéomuqueux, 16 (17 %) un amaigrissement et/ou une altération de l'état général) ou des anomalies biologiques pouvant évoquer une pathologie hépatique ou bilio-pancréatique (88 cas soit 93 %).

Sept patients ont été exclus : 3 patientes sont décédées sans diagnos-

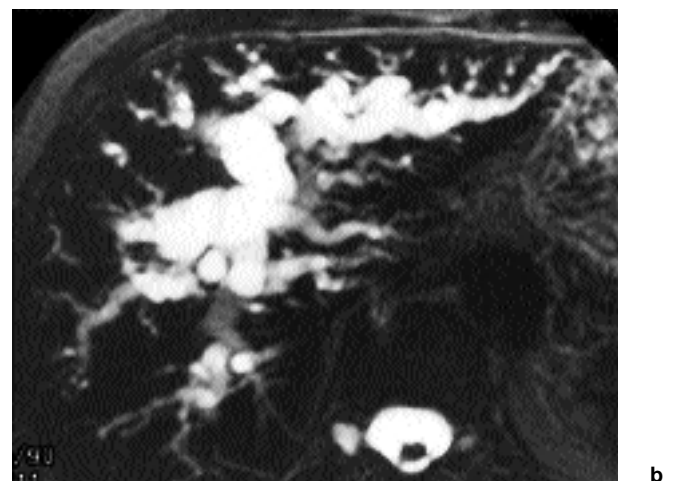
tic, l'une, âgée de 85 ans, de pancréatite aiguë sur probable obstacle tumoral du bas cholédoque avec 2 échecs de cathétérisme rétrograde, la seconde, âgée de 90 ans, d'un probable cholangiocarcinome du canal hépatique, le cathétérisme rétrograde étant également impossible du fait d'une volumineuse hernie hiatale avec organes digestifs intrathoraciques, la dernière, âgée de 76 ans, d'une pancréatite

aiguë compliquant une tentative infructueuse de cathétérisme rétrograde endoscopique ; les examens scanographiques ne permettant pas de conclure dans ces trois cas. Pour 2 patients (âgés respectivement de 74 et de 84 ans), une opacification rétrograde des voies biliaires n'a pas pu être obtenue lors de la duodénoscopie en raison d'antécédents de gastrectomie. Ils présentaient un tableau clinique d'angiocholite d'évolution favorable sous traitement médical et n'ont pas bénéficié d'autres examens diagnostiques. Une patiente âgée de 47 ans, porteuse d'une maladie de Wilson, n'a pas eu d'examen de confrontation dans un délai satisfaisant après la CP-IRM. Une patiente a été perdue de vue.

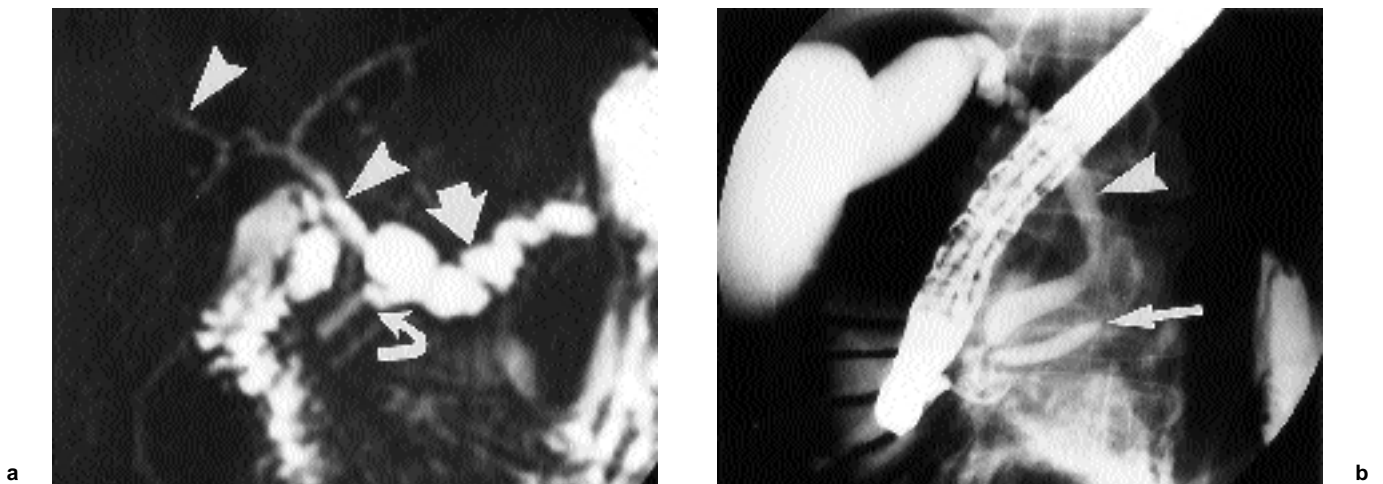
Les 88 patients restants ont bénéficié d'un ou de plusieurs examens permettant une confrontation diagnostique avec l'exploration IRM des voies bilio-pancréatiques en séquence SS-FSE : 60 cholangio-pancréatographies rétrogrades endoscopiques (CPRE), dont 12 échecs d'opacification de la voie biliaire principale ; 11 cholangiographies par voie transpariétale (CTP) ; 13 explorations écho-endoscopiques (dont 3 cas avec impossibilité de passer la région pylorique) ; 23 explorations chirurgicales (avec réalisation de 6 cholangiographies peropératoires) ; 71 explorations tomométriques avec injection de produit de contraste iodé intraveineux ; 45 examens échographiques. Les examens ont été réalisés dans un délai moyen de 8,9 jours (écart type de 9 jours).



**Fig. 1 :**  
a : CP-IRM : sténose courte tumorale du canal hépatique (tête de flèche) avec importante dilatation des VBIH, alors que le cholédoque reste de volume normal ; canal de Wirsung non dilaté (flèches) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).  
b : CP-IRM : dilatation majeure des VBIH (séquence SS-FSE, coupe axiale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).



**Fig. 1 :**  
a : MRCP : short stenosis of the common bile duct (arrowhead) with intrahepatic bile duct dilation ; the distal part of the common bile duct and the main pancreatic duct (arrow) are thin (SS-FSE sequence using 20 mm thick frontal slice, TE eff 800msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).  
b : MRCP : intrahepatic bile duct dilation(SS-FSE sequence using 20mm thick axial slice, TE eff, 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900msec).



**Fig. 2 :**

a : CP-IRM : sténose courte (flèche courbe) de la partie isthmique du canal de Wirsung avec dilatation d'amont (flèche) ; les voies biliaires ne sont pas dilatées (têtes de flèche) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).

b : Confrontation avec la CPRE qui retrouve la sténose du canal de Wirsung (flèche) sans opacification du Wirsung en amont de la sténose ; il n'existe pas de retentissement sur les voies biliaires (tête de flèche) ; la chirurgie a confirmé la nature tumorale de l'obstacle pancréatique (adénocarcinome).

**Fig. 2 :**

a : MRCP : short stenosis of isthmus pancreatic duct (curved arrow) with distal pancreatic duct dilation (arrow); the biliary tree is not distended (arrowhead) (SS-FSE sequence using 20 mm thick frontal slice, TE eff 800msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900msec).

b : ERCP shows the short stenosis of the isthmus pancreatic duct (arrow) with distal pancreatic duct not enhanced ; the biliary tree is not distended (arrowhead) ; surgery confirmed the pancreatic neoplasm (adenocarcinoma).

Au terme de ce bilan, les diagnostics retenus ont été : 25 cas de lésions tumorales, 14 cas d'obstacle lithiasique (dont un cas qui présentait un obstacle lithiasique associé à une tumeur ampullaire), 17 cas de dilatations ou de sténoses bénignes des voies bilio-pancréatiques et 33 patients ont été considérés comme ne présentant pas d'anomalie des voies bilio-pancréatiques (tableau I).

## Méthodes

### Technique d'exploration

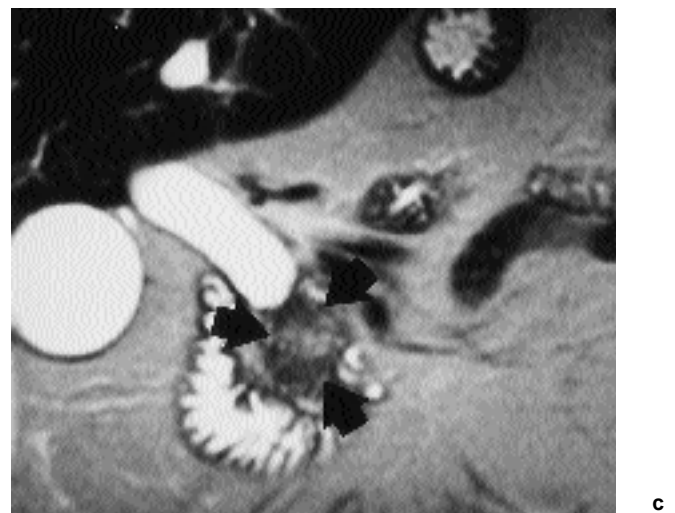
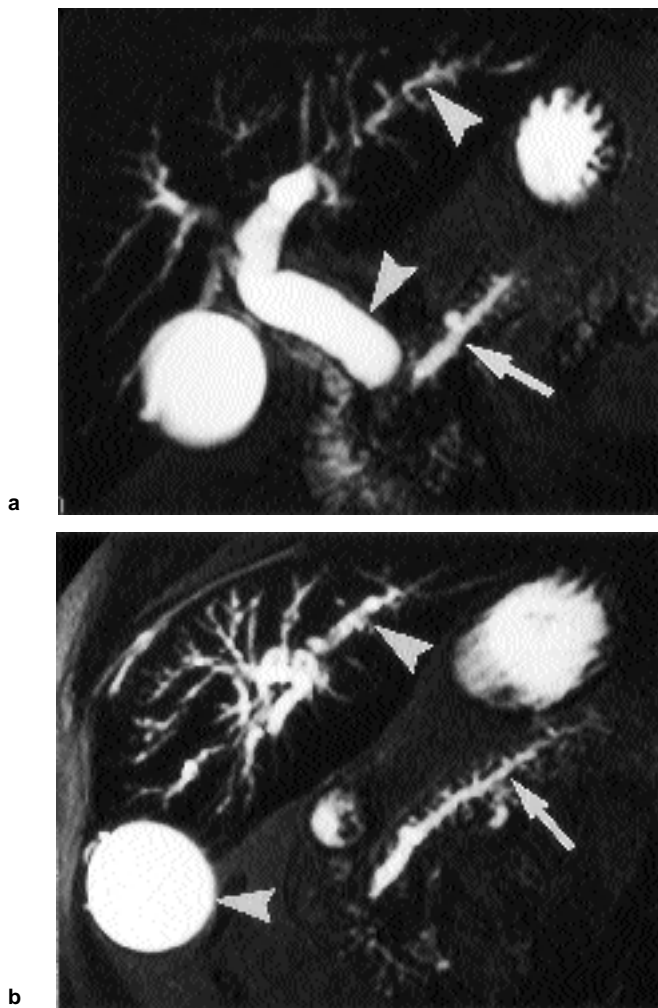
Toutes les explorations IRM ont été réalisées sur un imageur General Electric Horizon Echospeed 1,5 Tesla avec gradients puissant (amplitude de gradients de 22 mT/m, taux de pivotement de 70 mT/m/msec) et antenne réceptrice en réseau phasé. Chaque examen a été réalisé sans jeûne préalable des patients, ni injection d'atropiniques. Le cadre duodénal était balisé avant chaque examen, par absorption de deux verres d'eau froide. Tous les patients ont été placés en décubitus avec monitoring respiratoire pour contrôler la qualité des apnées. Après un double repérage axial et frontal, une exploration en coupes frontales et frontales obliques a été réalisée. Les paramètres de la séquence étaient : TR

infini, TE effectif 800 millisecondes, bande passante d'échantillonnage 32 kHz, FOV (field of view) adapté à chaque patient (42 à 35 cm), ETL (train d'échos) de 128, matrice 256 × 256, épaisseur de coupe 20 mm. Les coupes étaient programmées en les chevauchant d'environ 50 % et les acquisitions réalisées selon trois plans (repérés sur une coupe axiale) : frontal strict, oblique dans le plan de la bifurcation portale et oblique dans le plan du pancréas. Chaque image était acquise individuellement durant une courte apnée de 2 secondes, l'image suivante était réalisée en respectant un délai de 10 secondes pour éviter les phénomènes d'excitation résiduelle. Lorsque l'état clinique ou le grand âge des patients ne permettaient pas d'obtenir un blocage respiratoire satisfaisant, l'acquisition des images était lancée manuellement en contrôlant la fin du mouvement expiratoire par le monitoring. En fonction de la pathologie et des résultats de la première séquence, l'examen était complété par d'autres séquences en FSE T2, en écho de gradient avec injection dynamique de Gadolinium (FMP-SPGR), mais ces séquences n'ont pas été exploitées dans cette étude. Un examen ne comprenant qu'une étude des voies bilio-pancréatiques en séquence SS-FSE durait en moyenne

20 minutes dont 5 à 10 minutes seulement pour l'acquisition des images.

### Recueils des données en CP-IRM

Les images obtenues par SS-FSE en acquisitions frontales et frontales obliques en coupe de 20 mm chevauchées avec TE effectif supérieur à 800 ms ont été relues par 2 lecteurs (PC, FL) avec recherche d'un consensus, sans aucun renseignement clinico-biologique et sans recours à un post-traitement des images de type MIP par exemple. En cas de désaccord, un troisième radiologue tenait le rôle d'expert (DR). Chaque lecteur devait compléter une fiche comprenant deux parties : une analyse morphologique des voies bilio-pancréatiques avec appréciation globale et une analyse segmentaire avec mesure du plus grand diamètre (des voies biliaires intrahépatiques, des canaux hépatiques, de la confluence biliaire supérieure et du canal hépatique commun, de la confluence biliaire inférieure, du canal cholédoque, de la région ampullaire, du canal cystique et de la vésicule biliaire, du canal de Wirsung et des canaux pancréatiques accessoires). Dans les cas pathologiques, on réalisait une analyse précise des segments dilatés et de l'obstacle, tant en ce qui concernait sa localisation que ses caractéristiques morphologiques.



**Fig. 3 :**

a : CP-IRM : dilatation des voies biliaires (têtes de flèche) avec arrêt en fond de tube à essai ; dilatation du canal de Wirsung (flèche) et arrêt brutal dans la région isthmique (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).

b : CP-IRM : dilatation des voies biliaires et de la vésicule biliaire (têtes de flèche) ; dilatation du canal de Wirsung (flèche) et arrêt brutal dans la région isthmique (séquence SS-FSE, coupe oblique dans le plan du pancréas de 20 mm d'épaisseur, TE effectif à 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900msec).

c : CP-IRM : lésion tumorale de la tête du pancréas (flèches) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 7 mm d'épaisseur, TE effectif à 110msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 500 msec).

**Fig. 3 :**

a : MRCP : biliary tree dilation (arrowheads) with tube test bottomlike stop ; pancreatic duct dilation (arrow) with sudden stop of isthmic pancreatic duct (SS-FSE sequence using 20 mm thick frontal slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

b : MRCP : biliary tree and gall-bladder dilation (arrowheads); pancreatic duct dilation (arrow) with sudden stop of isthmic pancreatic duct (SS-FSE sequence using 20mm thick oblique slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

c : MRCP : cephalic pancreatic head neoplasm (arrows) (SS-FSE sequence using 7mm thick frontal slice, TE eff 110 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 500 msec).

Les critères de dilatation étaient : pour les voies biliaires intrahépatiques au-delà de la première division, un diamètre 2 mm ; pour la voie biliaire principale un diamètre 8 mm ; pour le canal de Wirsung un diamètre 3 mm. Le diagnostic d'obstacle nécessitait soit l'existence d'une disparité de calibre des voies biliaires ou pancréatiques avec distension d'amont, soit la présence d'une structure en hyposignal au sein des voies bilio-pancréatiques.

Si aucun argument en faveur d'un obstacle n'était retrouvé, l'examen était classé soit dans la catégorie « voies bilio-pancréatiques normales sans obstacle », soit dans la catégorie « voies bilio-pancréatiques dilatées sans obstacle » selon qu'il existait ou non des dilatations de ces structures canalaies. Pour la localisation ont été définies 4 zones : VBIH au-dessus de la confluence biliaire supérieure, voie biliaire principale en dessous de la confluence biliaire supérieure mais sans anomalie des voies pancréa-

tiques, confluence bilio-pancréatique comprenant la tête du pancréas et la région ampullaire, voies pancréatiques sans retentissement sur les voies biliaires.

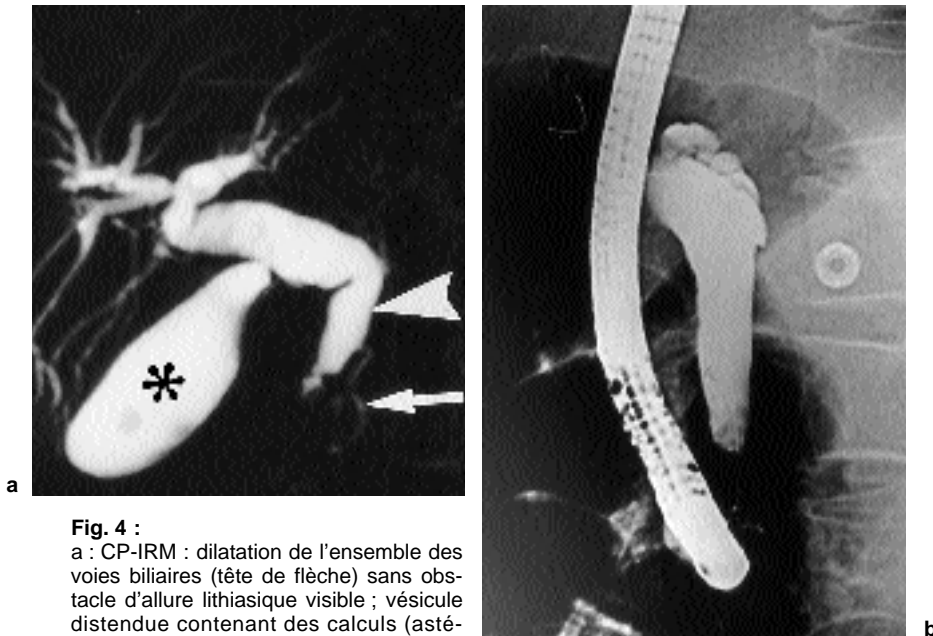
Pour la nature de l'obstacle, l'étiologie bénigne était retenue devant une sténose à caractère régulier et symétrique ; l'origine maligne était retenue devant l'aspect asymétrique des irrégularités pariétales et/ou le caractère brutal de l'arrêt. Une dilatation du canal pancréatique et du cholédoque associée à une sténose tumorale ou à un obstacle bourgeonnant ampullaire orientait vers un ampullome. Le diagnostic d'obstacle lithiasique a été porté devant l'existence de formations rondes, ovalaires ou polygonales en hyposignal T2 à contours nets au sein de l'hypersignal propre des voies biliaires.

#### Les dossiers

Pour chaque patient ont été recueillis : les antécédents médicaux et chirurgi-

caux hépato-biliaires, l'histoire de la maladie, les données cliniques et biologiques (amylasémie, bilirubinémie totale, ASAT, ALAT, G-GT). L'ensemble des renseignements morphologiques et diagnostiques des différentes méthodes d'imagerie a été colligé avec une grille de lecture identique à celle de la CP-IRM, ainsi que les examens anatomopathologiques disponibles. S'il persistait un doute diagnostique, le suivi évolutif longitudinal clinique et biologique permettait de trancher.

La confrontation avec les données de la CP-IRM a été établie en fonction des performances des différents examens pour chaque item de la grille de lecture. L'analyse morphologique des voies biliaires intrahépatiques a été confrontée aux données des opacifications instrumentales des voies biliaires, de la TDM et de l'échographie. Pour la VBP, les canaux pancréatiques, les données de la CP-IRM ont été confrontées à celles de l'opacification instrumentale des voies biliaires (67 %), des explora-



**Fig. 4 :**

a : CP-IRM : dilatation de l'ensemble des voies biliaires (tête de flèche) sans obstacle d'allure lithiasique visible ; vésicule distendue contenant des calculs (astérisque) ; canal de Wirsung céphalique (flèche) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).

b : La CPRE retrouve la dilatation des voies biliaires avec un obstacle tumoral ampullaire (adénocarcinome).

**Fig. 4 :**

a : MRCP : biliary tree dilation (arrowhead) without visible lithiasis; distention of gallbladder with stones (asterisk) ; main pancreatic duct (arrow) (SS-FSE sequence using 20 mm thick frontal slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

b : ERCP shows the biliary tree dilation with an ampullar neoplasm (adenocarcinoma).

tions chirurgicales (5 %), de la TDM (27 %), de l'écho-endoscopie (1 %).

#### Étude statistique

Elle est descriptive pour l'étude morphologique avec détermination des pourcentages de cas de visualisation partielle ou totale des différentes parties de l'arbre bilio-pancréatique par CP-IRM. Elle est analytique pour l'étude diagnostique, avec calcul de la sensibilité, la spécificité, la valeur prédictive positive, la valeur prédictive négative de chaque item. La concordance a permis de définir la conformité de deux diagnostics se rapportant à un même patient grâce au test Kappa, afin de mesurer l'intensité ou la qualité de la concordance réelle entre les deux diagnostics (elle est excellente si le Kappa est compris entre 0,8 et 1, et bonne si le Kappa est compris entre 0,6 et 0,79).

## RÉSULTATS

### Données générales

Aucun cas de refus de l'exploration IRM ou de claustrophobie n'a été noté. Trois examens présentaient des artefacts de flou cinétique (artefacts respi-

ratoires) chez des patientes âgées de 21, 76 et 85 ans, et un examen était de qualité médiocre en raison d'une ascite importante, mais les résultats ont été jugés interprétables dans les 4 cas.

### Résultats morphologiques (tableaux II, III, IV et V)

Dans la population qui ne présentait pas de pathologie des voies bilio-pancréatiques, les VBHIH sont visualisées jusqu'aux branches de second ordre dans 87 % des cas à droite et 82 % à gauche, mais elles ne le sont qu'exceptionnellement au-delà du 3<sup>e</sup> ordre. Les branches droite et gauche et la VBP sont visualisées en totalité dans plus de 90 % des cas. Le canal de Wirsung est observé dans 97 % des cas mais sa partie caudale est plus rarement objectivée (72,7 % des cas). Un canal de Santorini est visible dans 21 % des cas et des canaux pancréatiques secondaires dans 57 % des cas. Le canal cystique est une structure canalaire non systématiquement visualisée avec seulement 82 % des cas. La vésicule biliaire n'a pas toujours été reconnue sur les coupes frontales, principalement chez les patients non à jeun lors de l'examen.

Dans la population des sujets présentant des pathologies des voies bilio-

pancréatiques, les VBHIH sont visualisées jusqu'aux branches de 3<sup>e</sup> ordre dans 85 % des cas à droite et 67 % à gauche avec une différence statistiquement significative ( $p < 0,05$ ) par rapport au groupe précédent. Les différents segments de la VBP sont visualisés dans 96 % des cas, la visualisation complète de chaque segment est moindre que dans le groupe des sujets normaux en raison des atteintes pathologiques sténosantes. Le canal de Wirsung est mis en évidence dans 96 % des cas et vu dans tout son trajet dans 80 % des cas. Le canal cystique et la vésicule restent d'analyse plus difficile pour les mêmes raisons que chez les sujets normaux.

### Valeurs diagnostiques (tableau VI)

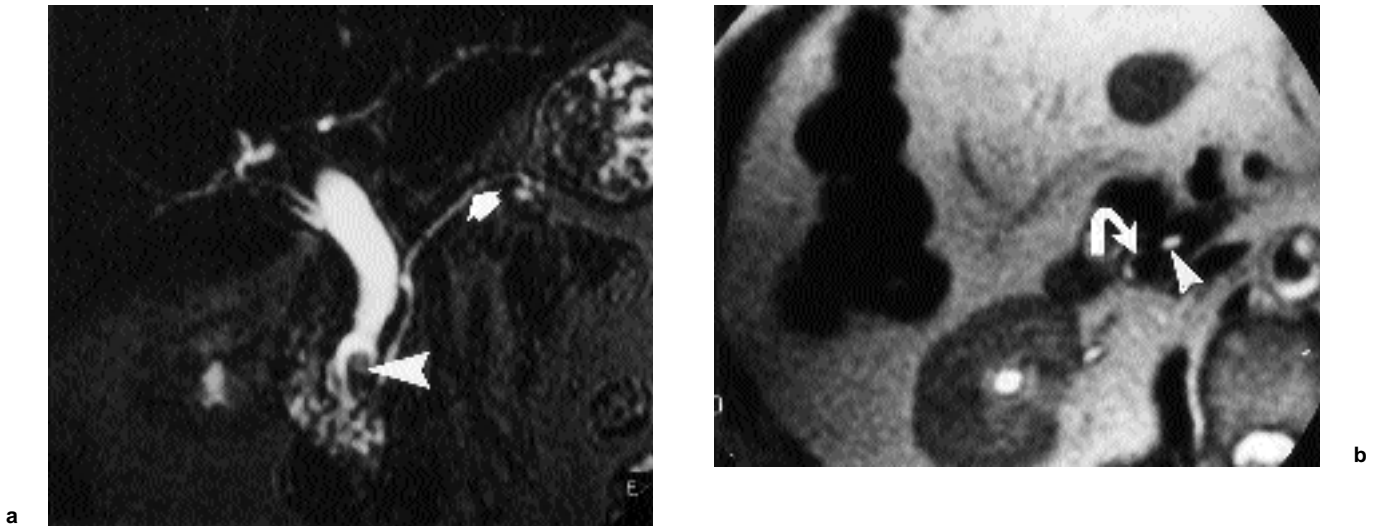
Comparativement aux méthodes diagnostiques, la reconnaissance d'une dilatation des voies bilio-pancréatiques en CP-IRM SS-FSE est excellente avec un Kappa à 0,82, 0,86, 0,82 respectivement pour les VBHIH, la VBP, le canal de Wirsung. Les discordances : FP (n=6) et FN (n=2), sont toutes des différences d'appréciation de calibre inférieures à 3 mm, traduisant l'imprécision des méthodes de mesures sur les différentes techniques utilisées comme l'indique l'écart type élevé de ces mesures (tableaux II et V).

La présence d'un obstacle est détectée dans 43 cas sur 47 (Kappa 0,95), les 4 FN correspondent à : 2 oddites scléreuses, 1 sténose sur une pancréatite chronique, 1 tumeur du pancréas caudal.

La localisation de l'obstacle en CP-IRM est correcte dans tous les cas d'obstacles intrahépatiques et de la confluence bilio-pancréatique. Il existe 4 FN identiques aux précédents (Kappa 0,97).

Les lésions tumorales des voies bilio-pancréatiques ont été détectées avec une sensibilité de 92 % et une spécificité de 98 % (fig. 1, 2 et 3). Un faux positif correspond à une oddite scléreuse avec important retentissement d'amont et deux faux négatifs correspondent à une tumeur ampullaire pour l'un (fig. 4), et pour l'autre à une tumeur pancréatique caudale.

Les obstacles lithiasiques ont tous été diagnostiqués par la CP-IRM, 2 patients sur 14 ne présentaient pas de dilatation significative (14 %). Le diamètre mesuré a été de 3 mm pour le plus petit calcul et de 35 mm pour le plus volumineux (fig. 5). Les calculs étaient situés dans le canal cholédoque dans tous les cas, associés à des calculs des VBHIH (3 cas) et du

**Fig. 5 :**

a : CP-IRM : calcul du bas cholédoque (tête de flèche) ; canal de Wirsung (flèche) visible dans sa totalité (séquence SS-FSE, coupe oblique dans le plan du pancréas, 20mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).

b : CP-IRM: calcul du bas cholédoque (flèche courbe) avec signe du croissant ; canal de Wirsung céphalique (têtes de flèche) (séquence SS-FSE, coupe axiale de 7mm d'épaisseur, TE effectif 110 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 500 msec).

**Fig. 5 :**

a : MRCP : stone in the common bile duct (arrowhead); good visibility of the whole main pancreatic duct (arrows) (SS-FSE sequence using 20mm thick oblique slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

b : MRCP : stone in the common bile duct (curved arrow) with crescent sign; cephalic pancreatic duct (arrowheads) (SS-FSE sequence using 7mm thick axial slice, TE eff 110msec, matrix 256 × 256, acquisition time 500 msec).

canal cystique (2 cas). Un calcul unique était noté dans 6 cas (fig. 6 et 7); le nombre de calculs de la VBP était inférieur ou égal à 5 dans 3 cas (fig. 8), et supérieur à 5 dans 5 cas. Dans deux cas, les calculs des VBIH ont été suspectés par la CP-IRM mais non confirmés par la cholangiographie rétrograde perendoscopique. Une sphinctérotomie a été réalisée dans les 14 cas, permettant d'évacuer des calculs dans 12 cas. Chez deux patients, des calculs de la voie biliaire principale ont été extraits par voie chirurgicale confirmant les données de la CP-IRM. Quatre cholécystectomies ont été réalisées dans les suites de l'épisode aigu objectivant à chaque fois des calculs vésiculaires.

Dans le groupe des patients correspondant à une sténose bénigne ou à une dilatation sans obstacle des voies bilio-pancréatiques, la sensibilité et le Kappa sont plus faibles 71 % et 0,76, car il existe 5 FN : 4 oddites, 1 pancréatite chronique ; et 1 seul FP (diagnostic erroné de tumeur ampullaire), d'où une spécificité de 99 %.

Les patients sans pathologie des voies bilio-pancréatiques ont tous été correctement classés par la CP-IRM (sensibilité 100 %), mais il faut rappeler 5 diagnostics non portés : 1 tumeur du pancréas caudal, 3 oddites scléreuses, 1 pancréatite chronique (spécificité 91 %).

## DISCUSSION

La séquence SS-FSE n'utilise pas de nouveau principe IRM, mais constitue une amélioration importante des techniques existantes. Premièrement, le remplissage de l'espace K se fait de façon inverse de la technique classique, c'est-à-dire qu'il s'effectue de la périphérie vers le centre pour des TE effectifs supérieurs à 400 ms, par conséquent, les échos participant à la résolution spatiale sont privilégiés par rapport aux échos contribuant à la résolution en contraste. Ce facteur permet une meilleure résolution spatiale en diminuant le flou de l'image (blurring) tout en déterminant une augmentation de la pondération T2 qui ne laisse en hypersignal, que les structures liquidiennes immobiles (contenu des voies bilio-pancréatiques et des voies urinaires, liquides digestifs, liquide céphalo-rachidien). Deuxièmement, la réduction du temps interécho permet de diminuer le temps d'acquisition qui est compris entre 400 et 900 millisecondes par coupes pour une résolution de 256 × 256, réduisant ainsi les artefacts cardio-respiratoires. Il persiste des limites incontournables : le délai intercoupe est de 2 secondes, car il faut respecter un temps de repos du système pour limiter la puissance délivrée au patient (Specific Absorption Rate ou SAR delay), et il existe des

phénomènes d'excitation croisée (« cross talk ») qui imposent un espace intercoupe (au minimum 10 % de l'épaisseur nominale de la coupe).

La séquence HASTE est habituellement considérée comme la plus performante en CP-IRM et notre étude retrouve des chiffres voisins de ceux des travaux (13-15, 18) qui l'ont utilisée tant pour l'appréciation des structures anatomiques que dans la confrontation avec les explorations de référence.

Le mode d'acquisition classique en séquence HASTE consiste à réaliser une ou 2 piles de coupes fines durant une apnée de 15 à 20 secondes pour reconstruire en MIP l'ensemble des voies bilio-pancréatiques. Il présente plusieurs inconvénients : les patients dyspnéiques et/ou âgés ont souvent des difficultés à maintenir un blocage respiratoire correct, ce qui peut dégrader sensiblement la qualité des images reconstruites ; l'obligation d'un post-traitement informatique pour obtenir des reconstructions MIP nécessite du temps et un opérateur compétent. Pour ces raisons, notre étude repose uniquement sur des coupes épaisses frontales de 20 mm avec un temps d'acquisition inférieur à la seconde qui permet de s'affranchir de l'état clinique du patient. Yamashita et al. (18) ont comparé dans leur étude, deux techniques différentes en séquence HASTE : acquisition de plusieurs coupes fines et reconstruction



**Fig. 6 :**

a : CP-IRM : calcul du bas cholédoque (flèche) avec dilatation modérée des voies biliaires d'amont ; calculs vésiculaires (astérisque) (séquence SS-FSE, coupe oblique dans le plan du tronc porte, 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).

b : CP-IRM: calcul sédimenté dans la partie déclive du bas cholédoque (flèche) ; canal de Wirsung (têtes de flèche) visible dans presque sa totalité (séquence SS-FSE, coupe oblique dans le plan du pancréas, 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900msec).

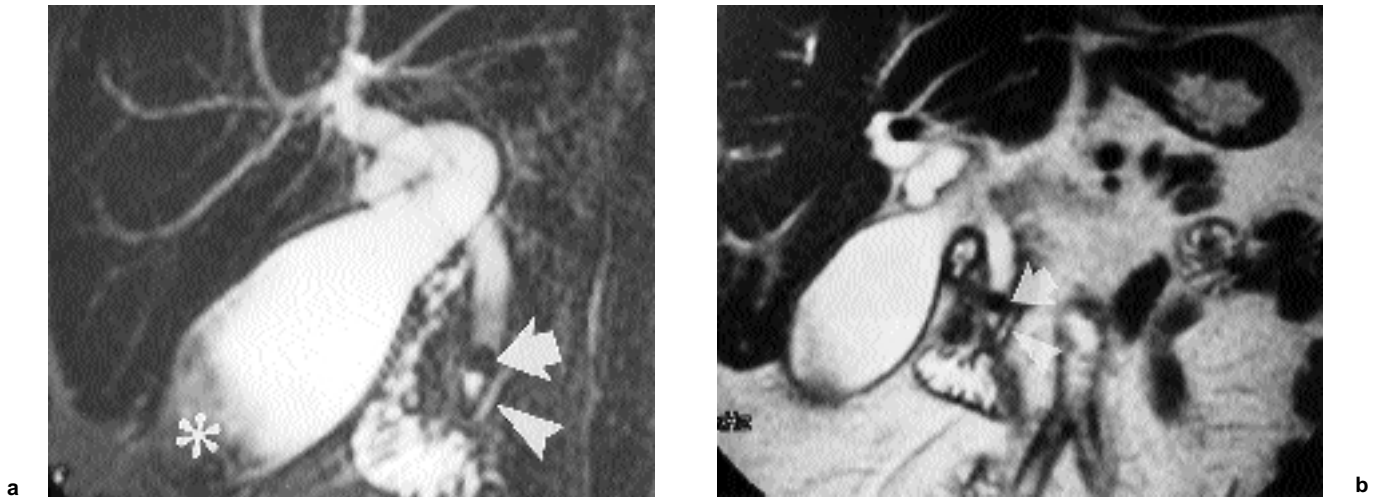
c : Confrontation avec la CPRE qui met en évidence un calcul du cholédoque (flèche) mais sans opacifier la vésicule biliaire.

**Fig. 6 :**

a : MRCP: stone in the common bile duct (arrow) with dilation of biliary tree ; gall-bladder stones (asterisk) (SS-FSE sequence using 20 mm thick oblique slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

b : MRCP: stone in the dependent part of the common bile duct (arrows); excellent visibility of the whole main pancreatic duct (arrow - heads) (SS-FSE sequence using 20mm thick oblique slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900msec).

c : ERCP shows the bile duct calculi (arrow) but the gall-bladder is not enhanced.



**Fig. 7 :**

a : CP-IRM: calcul du bas cholédoque (flèche) avec dilatation des voies biliaires d'amont et de la vésicule biliaire qui contient du sludge (astérisque) ; canal de Wirsung céphalique (tête de flèche) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).

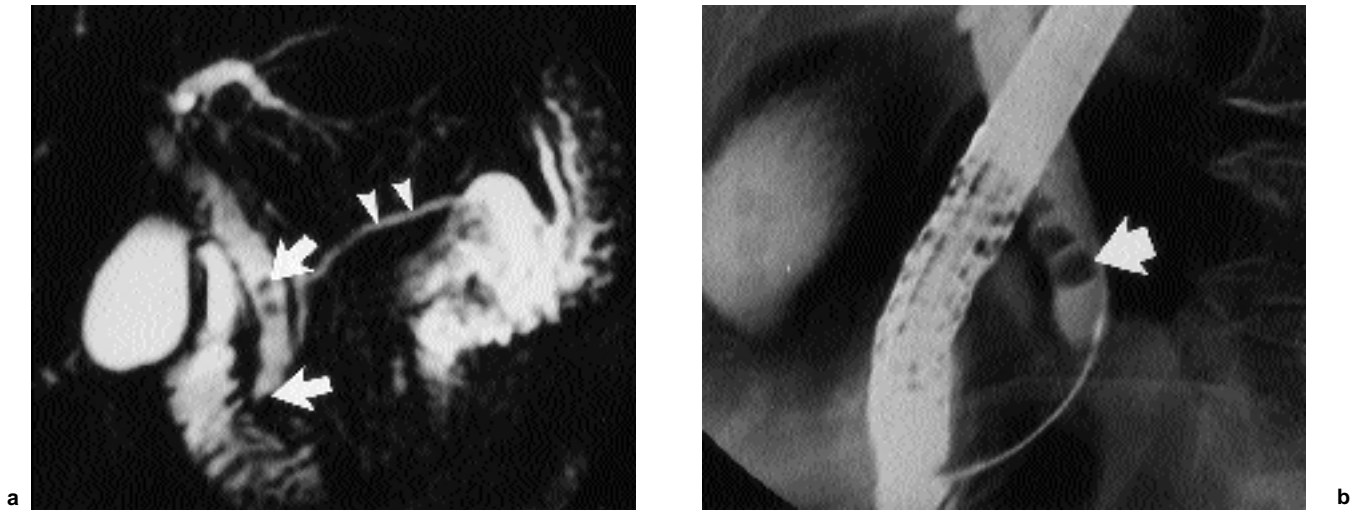
b : CP-IRM: calcul du bas cholédoque (flèche) ; canal de Wirsung céphalique (tête de flèche) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 7 mm d'épaisseur, TE effectif 110 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 500 msec).

**Fig. 7 :**

a : MRCP : stone in the distal part of the common bile duct (arrow) with biliary tree dilation and gall-bladder sludge (asterisk); cephalic pancreatic duct (arrowhead)(SS-FSE sequence using 20 mm thick frontal slice, TE eff 800msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

b : MRCP : stone in the common bile duct (arrows) ; cephalic pancreatic duct (arrowheads) (SS-FSE sequence using 7mm thick frontal slice, TE eff 110 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 500 msec).



**Fig. 8 :**

a : CP-IRM : calculs de la voie biliaire principale (flèches) avec lithiasie enclavée dans le bas cholédoque ; canal de Wirsung (têtes de flèche) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).  
b : Confrontation avec la CPRE qui retrouve les calculs (flèche) de la voie biliaire principale.

**Fig. 8 :**

a : MRCP : stone in the distal part of the common bile duct (arrows) ; main pancreatic duct (arrowheads) (SS-FSE sequence using 20mm thick frontal slice, TE eff 800msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).  
b : ERCP shows bile duct calculi (arrow).

MIP (technique multicoupe) et acquisition de coupes épaisses de 30 à 70 mm d'épaisseur (technique par projection). Ils concluent que la technique par projection en coupe de 30 mm permet de mieux visualiser l'ensemble des voies bilio-pancréatiques, de mieux analyser la région péri-ampullaire et ses anomalies que les reconstructions MIP. Mais pour ces auteurs, la technique multicoupe reste nécessaire dans la pathologie lithiasique. Ce résultat est directement lié au fait qu'en séquence HASTE, la pondération T2 des images est insuffisante. Les parenchymes (notamment hépatique) et les vaisseaux à flux lent (veines hépatiques, branches portales intrahépatiques) gardent un signal non négligeable. De ce fait, les coupes épaisses sont de médiocre contraste, grevées d'un niveau de flou assez important et d'images vasculaires trompeuses. Ces inconvénients disparaissent avec des coupes épaisses de 20 mm en séquence SS-FSE, car le contraste T2 maximal permet de ne conserver que les images canalaire de fluides immobiles.

D'autres auteurs ont noté en séquences HASTE, des inconvénients identiques à ceux décrits ci-dessus : une surimpression des tissus graisseux sur les structures liquidiennes nécessitant le recours à une technique de saturation de la graisse, une superposition du système porte aux VBIH, des artefacts de déplacement chimique et de susceptibilité magnétique marqués. En séquence SS-FSE, les artefacts de déplacement chi-

mique et de susceptibilité magnétique sont absents, car l'ESP est court (< 5 milliseconde). La réduction de ces artefacts a été obtenue par Tang et al. (17) en Fast HASTE qui utilisent également un ESP court, mais cette séquence reste pour le moment limitée à une matrice 256 × 128. La séquence SS-FSE est la seule séquence « single shot » qui reconstruit l'espace K de la périphérie vers le centre (si le TE effectif est > 400 milliseconde), ceci permet de diminuer le « blurring » (qui augmente avec l'épaisseur de coupe en séquence HASTE), et d'augmenter la pondération T2 qui met en hyposignal la graisse, le système porte et les parenchymes pleins, de façon identique au Turbo spin echo single shot (TSE-SS). Mais la séquence TSE-SS possède deux inconvénients : un temps d'acquisition par coupe long (> à 5 sec), du flou (blurring) des images en raison d'un ETL long (l'espace K est reconstruit entièrement) (12-15).

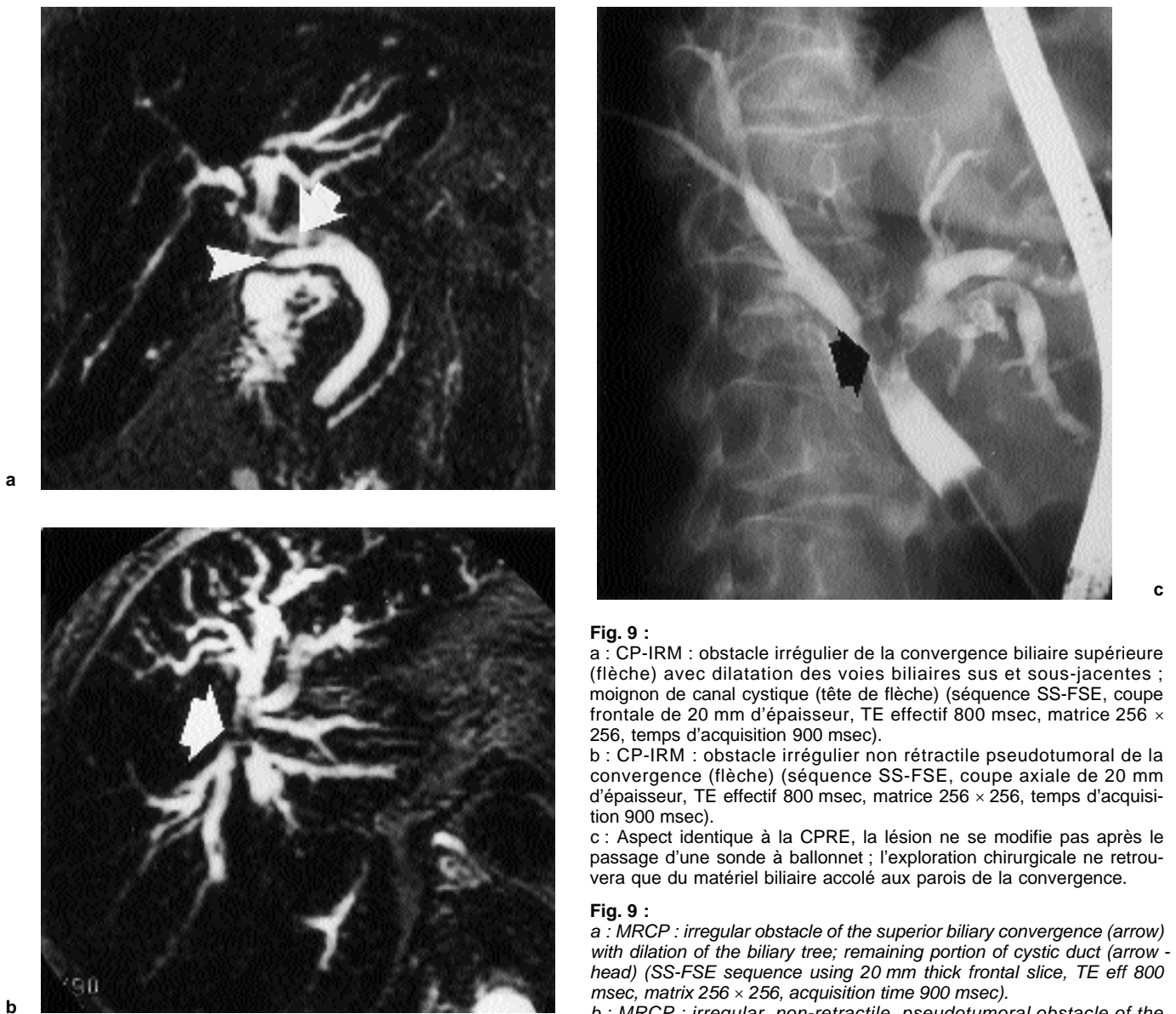
La CPRE est une technique qui peut être mise en échec, 9 % des cas dans la littérature (19), principalement par impossibilité de cathétériser la grande papille ou en raison de modifications post-chirurgicales (dérivation bilio-jéjunales en particulier), de plus, elle présente une morbidité de l'ordre de 3,6 à 6,8 % et une mortalité non négligeable de 0,98 % (20-21). La CP-IRM possède une faisabilité excellente, y compris en cas d'échec de la CPRE, elle peut être proposée comme alternative diagnostique comme l'a montré Soto (16). Cette technique est non invasive et seules les

contre-indications classiques à un examen IRM subsistent. Dans notre étude, tous les examens programmés ont été réalisés et les images obtenues ont toujours été interprétables.

L'exploration des voies biliaires normales est possible en CP-IRM, Miyazaki et al. (13) ont étudié 40 volontaires sains en séquence HASTE, les VBIH étaient correctement visualisées dans 95 % des cas pour les branches de second ordre (85 % dans notre étude) ; la VBP était analysée dans 88 % des cas (91 % dans notre étude) ; le canal de Wirsung était objectivé dans sa portion céphalique dans 98 % des cas (97 % dans notre étude). Le canal cystique et le canal pancréatique caudal sont plus difficilement mis en évidence dans respectivement entre 31 et 48 % et entre 53 et 80 % dans les études de Yamashita et al. (18) et de Miyazaki et al. (13) (82 % et 73 % des cas dans notre étude).

Chez les sujets porteurs d'une pathologie des voies bilio-pancréatiques, les différents segments des voies biliaires extrahépatiques sont moins bien visualisés que chez les sujets normaux, car il existe des lésions canalaire. Au contraire, les voies biliaires intrahépatiques sont plus facilement analysées lorsqu'il existe une pathologie biliaire obstructive, car elles sont fréquemment dilatées.

La concordance dans l'analyse sémiologique entre la CP-IRM et les examens de référence est bonne dans notre étude (Kappa > 0,76). Les travaux publiés avec la séquence



**Fig. 9 :**  
 a : CP-IRM : obstacle irrégulier de la convergence biliaire supérieure (flèche) avec dilatation des voies biliaires sus et sous-jacentes ; moignon de canal cystique (tête de flèche) (séquence SS-FSE, coupe frontale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).  
 b : CP-IRM : obstacle irrégulier non rétractile pseudotumoral de la convergence (flèche) (séquence SS-FSE, coupe axiale de 20 mm d'épaisseur, TE effectif 800 msec, matrice 256 × 256, temps d'acquisition 900 msec).  
 c : Aspect identique à la CPRE, la lésion ne se modifie pas après le passage d'une sonde à ballonnet ; l'exploration chirurgicale ne retrouvera que du matériel biliaire accolé aux parois de la convergence.

**Fig. 9 :**  
 a : MRCP : irregular obstacle of the superior biliary convergence (arrow) with dilation of the biliary tree; remaining portion of cystic duct (arrow - head) (SS-FSE sequence using 20 mm thick frontal slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).  
 b : MRCP : irregular, non-retractile, pseudotumoral obstacle of the superior biliary convergence (arrows) (SS-FSE sequence using 20mm

thick axial slice, TE eff 800 msec, matrix 256 × 256, acquisition time 900 msec).

c : ERCP shows the same aspect, this lesion did not change after balloon lead treatment; surgery showed biliary material attached to the superior biliary convergence wall.

HASTE trouvent des concordances identiques : 100 % dans l'appréciation d'une dilatation des voies bilio-pancréatiques ; 67 à 100 % dans la localisation de l'obstacle (22). L'appréciation du calibre exact des voies bilio-pancréatiques est difficile sur les différentes méthodes d'imagerie. Dans notre étude, les principaux cas de discordance dans l'appréciation d'une dilatation reposaient sur une différence de calibre inférieure à 3 mm, et l'écart type des mesures en CP-IRM est important.

La CP-IRM en séquence single shot est un examen capable d'étudier la morphologie des voies bilio-pancréatiques normales et pathologiques, et notre travail a étudié les potentialités de cette technique dans l'approche diagnostique

et cela quelle que soit la pathologie. La concordance diagnostique est excellente par rapport aux examens de référence mais il persiste deux difficultés. Premièrement, la détection des calculs de petit calibre peut être délicate, dans l'étude nous n'avons pas de cas de faux positif et le plus petit calcul visualisé mesure 3 mm. Notre expérience montre qu'il est difficile de visualiser des calculs en dessous de 2 mm et qu'il est parfois difficile de conclure lorsqu'il existe de la boue biliaire dans le cholédoque qui entraîne une chute de la pondération T2 (fig. 9). Le diagnostic différentiel entre les pathologies ampullaires inflammatoires (odite scléreuse) et les lésions tumorales ampullaires infiltrantes localisées est

aléatoire, car la CP-IRM est une méthode d'imagerie canalaire pure donc indirecte, exposant à des erreurs que la simple endoscopie duodénale permet souvent de rectifier.

## CONCLUSION

La CP-IRM lorsque les images sont de qualité élevée et faciles à obtenir, peut être proposée comme investigation morphologique en première intention dans l'exploration diagnostique des voies bilio-pancréatiques en raison de sa totale innocuité. Elle guide la réalisation des gestes interventionnels et contribue à optimiser les indications de sphinctérotomie endoscopique en

pathologie lithiasique tout comme celles des différentes techniques palliatives dans les obstacles néoplasiques. L'association de la CP-IRM avec des séquences dynamiques en pondération T1 en écho de gradient rapide après injection de Gadolinium permet de compléter dans le même temps le bilan d'imagerie des lésions parenchymateuses hépatiques et pancréatiques. La séquence SS-FSE constitue un progrès, car elle permet l'acquisition de coupes épaisses en haute résolution des voies bilio-pancréatiques dans un temps d'acquisition court. L'absence de post-traitement de type MIP coûteux en temps et obligatoirement opérateur-dépendant, fait de la CP-IRM en séquence SS-FSE une méthode d'imagerie simple avec lecture directe des images.

Le champ d'application potentiel de la séquence SS-FSE en imagerie viscérale est extrêmement vaste (voies excrétrices urinaires, segments intestinaux en distension hydrique spontanée ou provoquée) et laisse entrevoir des transformations considérables dans notre pratique qui permettront de supprimer la grande majorité des opacifications instrumentales à visées purement diagnostiques.

## Références

1. Amouyal P, Amouyal G, Levy P et al. Diagnosis of choledocolithiasis by endoscopic ultrasonography. *Gastroenterology* 1994;106:1062-67.
2. Bret PM, Reinhold C, Taourel P et al. Pancreas divisum: evaluation with MR cholangiopancreatography. *Radiology* 1996;199:99-103.
3. Hall-Craggs MA, Allen CM, Owens CM et al. MR cholangiography: clinical evaluation in 40 cases. *Radiology* 1993;189:423-7.
4. Ishizaki Y, Wakayama T, Okada Y, Kobayashi T. Magnetic resonance cholangiography for evaluation of obstructive jaundice. *Am J Gastroenterol* 1993;88:2072-7.
5. Morimoto K, Shimoi M, Shirakawa T et al. Biliary obstruction: evaluation with three-dimensional MR cholangiography. *Radiology* 1992;183:578-80.
6. Reinhold C, Bret PM, Guibaud L, Barkun AN, Genin G, Atri M. MR cholangiopancreatography: potential clinical applications. *RadioGraphics* 1996;196:309-20.
7. Taourel P, Bret PM, Reinhold C, Barkun AN, Atri M. Anatomic variants of the biliary tree: diagnosis with MR cholangiopancreatography. *Radiology* 1996;199:521-7.
8. Macaulay SE, Schulte SJ, Sekijima JH et al. Evaluation of a non-breath-hold MR-cholangiography technique. *Radiology* 1995;196:227-32.
9. Takehara Y, Ichijo K, Tooyama N et al. Breath-hold MR cholangiopancreatography with a long-echo-train fast spin echo sequence and a surface coil in chronic pancreatitis. *Radiology* 1994;192:73-8.
10. Barish MA, Yucel EK, Soto JA, Chuttani R, Ferrucci JT. MR cholangiopancreatography: efficacy of three-dimensional Turbo spin echo technique. *AJR* 1995;165:295-302.
11. Soto JA, Barish MA, Yucel EK et al. Pancreatic duct: MR cholangiopancreatography with a three-dimensional Fast Spin Echo technique. *Radiology* 1995;196:459-64.
12. Matos C, Metens T, Devière J et al. Pancreatic duct: morphologie and functional evaluation with dynamic MR pancreatography after secretin stimulation. *Radiology* 1997;203:435-41.
13. Miyazaki T, Yamashita Y, Tsuchigame T, Yamamoto H, Urata J, Takahashi M. MR cholangiopancreatography using HASTE (Half-Fourier Acquisition Single-Shot Turbo Spin Echo) Sequences. *AJR* 1996;166:1297-303.
14. Regan F, Smith D, Khazan R et al. MR cholangiography in biliary obstruction using Half-Fourier acquisition. *J Comput Assist Tomogr* 1996;20:627-32.
15. Reuther G, Kiefer B, Tuchmann A. Cholangiography before biliary Surgery: Single Shot MR Cholangiography versus Intravenous Cholangiography. *Radiology* 1996;198:561-66.
16. Soto JA, Yucel EK, Barish MA, Chuttani RM, Ferrucci JT. MR Cholangiopancreatography after unsuccessful or incomplete ERCP. *Radiology* 1996;199:91-8.
17. Tang Y, Yamashita Y, Namimoto T, Abe Y, Takahashi M. Liver T2-weighted MR imaging: comparison of fast and conventional half-fourier single shot turbo spin echo, breath-hold turbo spin echo, and respiratory-triggered turbo spin echo sequences. *Radiology* 1997;203:766-72.
18. Yamashita Y, Abe Y, Tang Y, Urata J, Sumi S, Takahashi M. In vitro and clinical studies of image acquisition in breath-hold MR cholangiopancreatography: single shot projection technique versus multislice technique. *AJR* 1997;168:1449-54.
19. Cisek PL, Greaney GC. The role of endoscopic retrograde cholangiopancreatography with laparoscopic cholecystectomy in the management of choledocolithiasis. *Am Surg* 1994;60:772-6.
20. Franceschi D, Brandt C, Margolin D et al. The management of common bile duct stones in patients undergoing laparoscopic cholecystectomy. *Am Surg* 1993;59:525-32.
21. Lenriot JP, Le Neel JC, Hay JM, Jaeck D, Millat B, Fagniez PL. Cholangio-pancréatographie rétrograde et sphinctérotomie endoscopique pour lithiase biliaire. Évaluation prospective en milieu chirurgical. *Gastroenterol Clin Biol* 1993;17:244-50.
22. Reuther G, Kiefer B, Tuchmann A, Pesendorfer FX. Imaging findings of pancreaticobiliary duct diseases with single-shot MR cholangiopancreatography. *AJR* 1997;168:453-9.