

# Apport de l'imagerie dans les brèches ostéoméningées de l'étage antérieur de la base du crâne

## Role of imaging in the osteo-dural defects of the anterior base of the skull

D. Chiboub, N. Romdhane, E. Jameleddine, I. Zoghliami, S. Nefzaoui, I. Hariga, CH. Mbarek.  
Service d'ORL et de chirurgie cervico-faciale de l'hôpital Habib Thameur.

Reçu: 06 Aout 2022, Accepté: 10 Octobre 2022

---

### RESUMÉ

**Objectif:** Décrire les caractéristiques radiologiques de la brèche ostéo-méningée (BOM) de l'étage antérieur de la base du crâne.

**Méthodes:** Etude rétrospective, descriptive, monocentrique, colligeant les patients hospitalisés pour prise en charge d'une brèche ostéoméningée (BOM) et explorés par le couple TDM/IRM, du 1er janvier 2012 au 31 Décembre 2021.

**Résultats:** Ont été retenus 23 patients avec un âge moyen de 48 ans et un sex ratio de 0,3. Des antécédents de chirurgie nasosinusienne ou de neurochirurgie ont été notés chez deux patients (9 %). Treize patients (57 %) étaient victimes de traumatisme crânien. Une rhinorrhée était retrouvée dans 21 cas (persistante dans trois cas (12%) et intermittente dans 18 cas (76%)). La découverte de la BOM a été faite suite à une méningite dans quatre cas. Le dosage de la bêta trace a confirmé la présence de LCR chez deux patients. La TDM a confirmé le diagnostic chez 12 patients dont deux patients qui ne présentaient pas de rhinorrhée à l'examen clinique. Elle a aussi permis d'établir le bilan topographique dans ces cas. Elle a suspecté une BOM dans 9 cas et était négative dans deux cas. L'IRM a confirmé le diagnostic dans tous les cas et a permis de: localiser le siège de la fuite de LCR dans les brèches multiples, confirmer le diagnostic de méningoencéphalocèle (trois cas) et objectiver des signes indirects d'hypertension intra-crânienne (HTIC) (quatre cas).

**Conclusion:** L'imagerie en coupes permet de localiser la BOM mais nécessite souvent, une approche par étapes et son interprétation exige une connaissance approfondie de l'anatomie normale et des variantes de la base du crâne.

**Mots-clés:** Liquorrhée, Brèche Ostéoméningée, Chirurgie, TDM, IRM.

---

### ABSTRACT

**Aim:** To describe the radiological characteristics of the osteo-dural defects of the anterior skull base.

**Methods:** Retrospective, descriptive, monocentric study, collecting patients hospitalized for management of an osteo-dural defects, explored by the couple CT/MRI, from January 1, 2012, to December 31, 2021.

**Results:** Twenty-three patients were selected with an average age of 48 years and a 0.3 sex-ratio. Two patients (9%) had a history of sinonasal surgery or neurosurgery, and 13 patients (57%) had head trauma. Rhinorrhea was present in 21 cases (persistent in three cases (12%) and intermittent in 18 cases (76%)). The defect was discovered following meningitis in four cases. Beta trace assay confirmed the presence of cerebrospinal fluid in two patients. CT confirmed the diagnosis in 12 patients, including two patients who did not have rhinorrhea on clinical examination. It was also used to establish the topographic findings in these cases. It suspected a defect in 9 cases and was negative in two cases. MRI confirmed the diagnosis in all cases and allowed us to: localize the site of the cerebrospinal fluid leak in the cases of multiple breaches, confirm the diagnosis of meningoencephalocele (three cases), and to objectify indirect signs of chronic intracranial hypertension (4 cases).

**Conclusion:** Cross-sectional imaging can locate the BOM, but the radiological diagnosis usually requires a stepwise approach and a thorough knowledge of the normal anatomy and variants of the skull base.

**Key words:** cerebrospinal fluid leak, osteodural defect, surgery, CT, MRI.



## INTRODUCTION:

La brèche ostéoméningée (BOM) est une solution de continuité osseuse et méningée qui a pour conséquence une fuite du liquide céphalorachidien (LCR). Le diagnostic repose sur un faisceau d'arguments cliniques, biologiques et radiologiques. Le traitement est le plus souvent chirurgical et sa réussite dépend du diagnostic topographique préopératoire du site du défaut osseux mais aussi de l'étiologie de la brèche et de son étendu [1]. Un examen scanographique en coupes fines, complété par une imagerie par résonance magnétique (IRM) constituent le mode d'exploration le plus performant. Dans le cas d'une liquorrhée évidente à l'examen clinique, l'imagerie aura pour but de localiser la BOM. Elle permettra aussi d'établir le diagnostic positif dans les cas douteux et de guider le geste opératoire et le choix des matériaux de reconstruction.

L'objectif de ce travail était de décrire les caractéristiques radiologiques de la brèche ostéo- méningée (BOM) de l'étage antérieur de la base du crâne et de proposer un algorithme décisionnel devant une fuite de LCR.

## MÉTHODES:

Il s'agissait d'une étude rétrospective descriptive monocentrique, colligeant les patients opérés pour une brèche ostéoméningée (BOM) sur une période de 10 ans, allant du 1er janvier 2012 au 31 Décembre 2021. Nous avons inclus dans notre étude les patients présentant une BOM de la base du crâne et ayant été explorés par une imagerie en coupes: une tomodensitométrie (TDM) du massif facial couplée à une imagerie par résonance magnétique (IRM).

Pour le diagnostic des BOM on a eu recours à des critères: Biologiques (analyse biochimique du LCR, dosage de la bêta transferrine/ bêta trace), la mesure de la pression intracrânienne (indirectement par mesure de la pression du liquide céphalo-rachidien à l'ouverture par ponction lombaire. Une pression > 20 cmH<sub>2</sub>O en position assise confirme le diagnostic d'HTIC [2] et à des critères radiologiques.

Les examens TDM de la région cérébrale et du massif facial ont été réalisés grâce à un appareil multi détecteurs avec acquisition hélicoïdale haute résolution et reconstructions multiplanaires. Aucune injection intraveineuse ou intrathécale de produit de contraste iodé n'a été réalisée. Les critères scanographiques étudiés étaient: la localisation de la brèche, ses dimensions, la présence ou non d'une lésion associée (méningocèle, myéломéningocèle, mucocèle ou autre), la présence de variantes anatomiques à risque chirurgical (pneumatisation des sinus, asymétrie du toit de l'éthmoïde...). La présence d'une BOM étant confirmée par la présence des deux critères: la solution de continuité osseuse associée à une opacité suspendue dans une cavité aérique de la base du crâne ou à une pneumocéphalie. L'étude de la symétrie des toits de l'éthmoïde selon la classification de Keros a été

faite de manière systématique.

L'IRM cérébrale et du massif facial a été faite pour tous les patients en séquences T1, T2, parfois T2 constructive interference in steady state [CISS] ou fast imaging employing steady state acquisition [FIESTA] avec et sans injection de gadolinium, 3D turbo spin echo TSE. Les critères IRM étudiés étaient: la présence d'une interruption de l'hyposignal ostéoméningé par une colonne de liquide cérébro-spinal en hypersignal T2 et/ou par du parenchyme cérébral, la localisation du défaut, le parenchyme cérébral, la présence de signes orientant vers une HTIC.

Tous les patients ont été opérés par voie endoscopique. Le choix des matériaux de reconstruction a été fait selon le siège et l'étiologie de la BOM. Le critère de réussite de la chirurgie que nous avons retenu est le tarissement de la rhinorrhée sans récurrence.

## RÉSULTATS:

Nous avons colligé 23 cas pendant la période d'étude. La moyenne d'âge des patients au moment du diagnostic était de 48 ans avec des extrêmes allant de 3,5 à 80 ans. La tranche d'âge la plus touchée était celle entre 31 et 40 ans. Une prédominance féminine a été retrouvée avec un sex-ratio de 0,3 (6H/17F).

Des antécédents pathologiques médicaux ont été notés chez huit patients (34%). Ils étaient dominés par l'hypertension artérielle (22%). Aucun patient n'a été déjà suivi pour hypertension intracrânienne (HTIC). Des antécédents de chirurgie endonasale ou de neurochirurgie ont été notés chez deux patients (9%): il s'agissait d'un patient opéré à deux reprises (1995 et 2003) en neurochirurgie pour un méningiome frontal et en 2006 pour un anévrysme de l'artère communicante antérieure et une mucormycose ayant eu un débridement par voie endonasale avec méatotomie moyenne associée à une ethmoïdectomie. Des antécédents de traumatisme crânien ont été retrouvés chez 13 patients (57%): contenant dans 12 cas et pénétrant dans un cas. Trois patients parmi eux avaient une fracture de la base du crâne déjà documentée. Le délai moyen de consultation était de 16 mois avec des extrêmes allant de 1 jour à 5 ans. Une rhinorrhée cérébrospinale, claire, eau de roche témoignant de l'existence d'une brèche ostéoméningée a été rapportée dans 21 cas. Le délai d'apparition de celle-ci pour les causes post-traumatiques était en moyenne de 373 jours avec des délais allant de 1 jour à 9 ans. Le diagnostic a été posé par suite d'une hospitalisation pour une méningite bactérienne dans quatre cas. Un examen rhinologique avec une endoscopie nasale a été fait dans tous les cas. Une rhinorhorrhée a été objectivée dans neuf cas. Dans les cas de rhinorrhées intermittentes, la manœuvre de Valsalva a permis de mettre en évidence la rhinorrhée dans six cas, initialement absente à l'examen clinique. Aucun défaut osseux ou méningocèle n'ont été objectivés. Le reste de l'examen ORL était normal dans tous les cas. Un examen neurochirurgical fait dans 16 cas, était normal



dans tous les cas et aucun signe clinique d'HTIC n'a été décelé. Un examen ophtalmologique spécialisé avec fond d'œil a été fait dans neuf cas. Il était normal dans huit cas. Un patient avait une atrophie optique totale due à une cécité monoculaire ancienne (homolatérale à la BOM).

La mesure de la pression intracrânienne n'a été effectuée que dans deux cas devant l'indisponibilité du plateau technique et n'a confirmé le diagnostic que dans un seul cas. Une étude chimique de la rhinoloquorrhée a été faite dans six cas. Elle était en faveur de l'origine cérébrospinale du liquide. Une analyse par multistix a été réalisée dans un cas et le dosage de la beta transferrine/ beta trace a confirmé la rhinorrhée cérébrospinale chez deux patients.

La TDM a permis de confirmer le diagnostic dans 12 cas (52%) dont deux qui ne présentaient pas de rhinorrhée à l'examen clinique. Une BOM a été suspectée devant la présence d'une déhiscence osseuse isolée ou d'un comblement du sinus isolé dans neuf cas. Elle a conclu à l'absence de BOM dans deux cas. Elle a permis d'appuyer le diagnostic dans dix cas où une rhinorrhée était présente cliniquement. La solution de continuité s'accompagnait de pneumocéphalie chez un patient qui avait une BOM post chirurgie de débridement d'une mucormycose naso-sinusienne (Figure 1). Dans tous les autres cas (11 cas), elle s'accompagnait d'une opacité hypodense au sein du sinus (Figure 2).



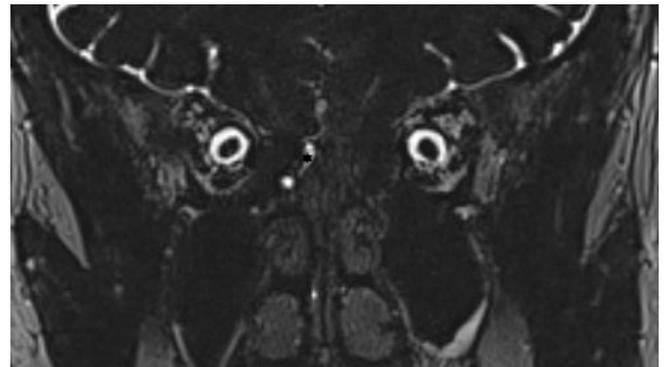
**Figure 1:** A, B et C: TDM en coupe axiale (A), sagittale (B) fenêtre osseuse: une pneumocéphalie consécutive à une brèche du toit de l'éthmoïde (flèches) suite à une chirurgie de débridement de mucormycose.



**Figure 2:** A, B et C: TDM coupes axiale (A), sagittale (B) et coronale (C) et en fenêtre osseuse: un défaut osseux de la paroi latérale de l'orbite avec comblement des cellules ethmoïdales en regard.

Le scanner a objectivé une fracture du massif facial et de la base antérieure du crâne dans un cas. Une hyperpneumatisation des sinus n'a été notée dans aucun cas. Une hypoplasie du sinus maxillaire a été objectivée dans un cas. Une seule patiente avait une asymétrie des toits de l'éthmoïde classée Keros type III.

L'IRM a permis de confirmer le diagnostic de BOM dans tous les cas devant la présence d'une interruption de l'hyposignal ostéoméningé par une colonne de liquide cérébro-spinal en hypersignal T2 (Figure 3) et/ou par une ptose du parenchyme cérébral.



**Figure 3:** IRM en coupe coronale séquence T2 3D TSE: hypersignal T2 au niveau des cellules éthmoïdales droites de même signal que le LCR (étoile)

Une ptose du parenchyme cérébral en regard de la BOM avec issue de LCR a été objectivée dans trois cas. Le parenchyme cérébral était en isosignal T1 et T2 le distinguant du LCR en hyposignal T1 et hypersignal T2 (Figure 4).



**Figure 4:** TDM en coupe coronale (A) et axiale (B) en fenêtre parenchymateuse montrant un comblement total isodense des sinus éthmoïdal et frontal gauche (étoiles) à travers une déhiscence de l'étage antérieur avec comblement d'une cellule ethmoïdale antérieure. IRM en coupes coronales séquences T1 TSE (C) et T2 CISS 3D (D): méningocèle gauche en hyposignal T1 hypersignal T2 (étoiles).



L'IRM a permis aussi de confirmer la topographie précise du site du défaut osseux dans tous les cas. Dans les cas où une brèche multiple a été suspectée, elle a précisé le défaut responsable de la fuite de LCR. L'IRM a pu mettre en évidence des séquelles de contusion œdémato-hémorragique basi-frontale chez une patiente. La gliose cérébrale localisée ainsi que l'aspect élargi et déformé des sillons n'ont pas été retrouvés. Une HTIC bénigne a été suspectée chez quatre patients devant la présence d'un aspect tortueux des nerfs optiques chez trois patients (Figure 5), un bombement des globes oculaires chez un patient (Figure 6), un aspect de selle turcique vide chez trois patients (Figure 7), un épanchement des espaces sous arachnoïdiens péri-optiques chez deux patients avec élargissement des cavae de Meckel chez un patient (Figure 8) et un aplatissement de la face postérieure des globes oculaires chez une patiente. L'œdème maculaire n'a été observé chez aucun patient et pour tous ces patients aucun défaut osseux n'a été objectivé à la TDM.

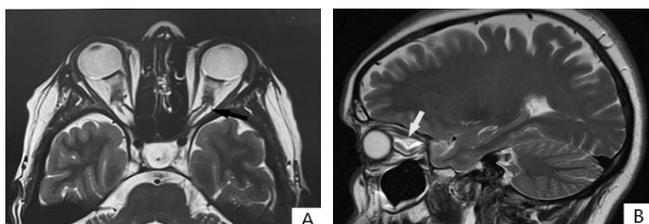


Figure 5: A et B: IRM en séquence TSE T2 coupes axiale (A) et sagittale (B): aspect sinueux des nerfs optiques en rapport avec une HTIC bénigne (flèches).



Figure 6: IRM en coupe axiale en séquence T2 SE rapide axiale: bombement des globes oculaires (flèche) avec un élargissement de la gaine des nerfs optiques mesurée à 1.7 mm

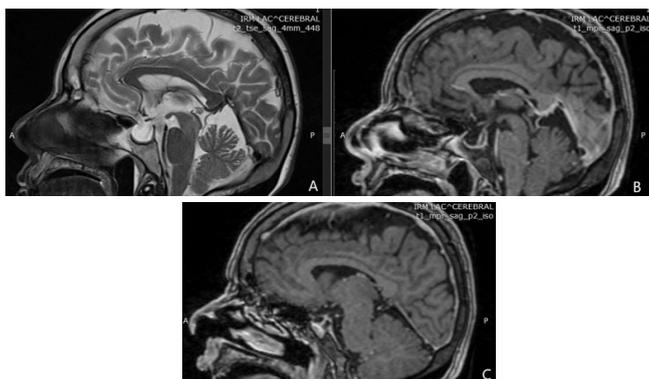


Figure 7: A, B et C: IRM en coupes sagittale et en séquence T2 (A): selle turcique vide en hypersignal, IRM en coupe sagittales séquence T1 (B, C): hypophyse refoulée avec persistance d'un hypersignal T1 spontané correspondant à la post-hypophyse et à sa tige (flèches).

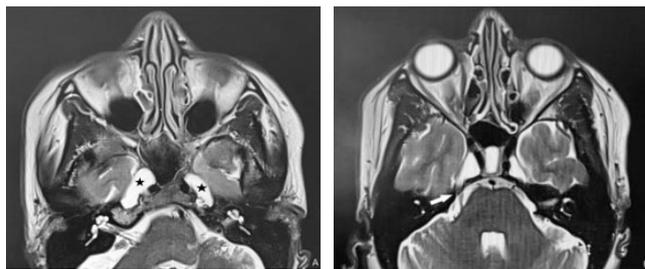


Figure 8: IRM en coupe axiale séquence T2 TSE (A) montrant un élargissement des cavae de Meckel (étoiles), IRM en coupe axiale séquence T2 TSE (B): élargissement des espaces sous arachnoïdiens périoptiques avec passage du nerf trijumeau dans les cavae de Meckel (flèche)

Une arachnoïdocèle sans syndrome d'HTIC idiopathique a été notée dans deux cas en association à une méningoencéphalocèle (Figure 9)

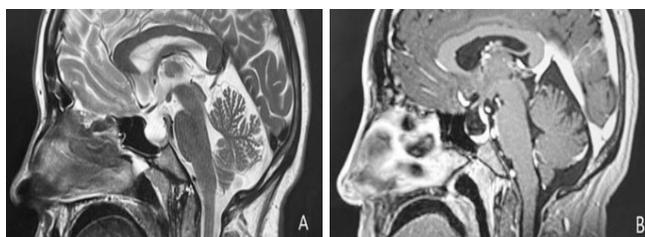


Figure 9: IRM en coupe sagittale séquence T2 (A): arachnoïdocèle en hypersignal, séquence T1 (B): parenchyme hypophysaire plaqué avec une tige pituitaire réhaussée (flèches)

Tous nos patients ont été opérés par voie endoscopique et une concordance anatomo-radiologique a été retrouvée dans 20 cas (87%) (Figure 10).

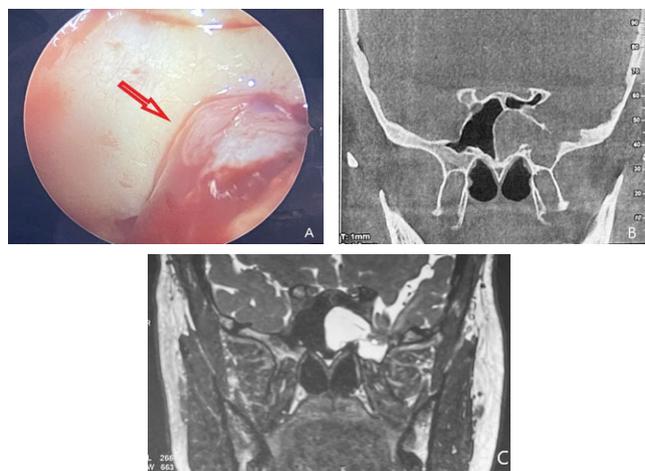


Figure 10: A: vue per-opératoire d'une encéphalo-méningocèle de la paroi latérale du sinus sphénoïde gauche due à la persistance du canal de sternberg B: Cone beam du massif facial en coupe coronale montrant un comblement du sinus sphénoïdal gauche à travers une brèche ostéo-durale de sa paroi latérale C: IRM du massif facial en coupe coronale séquence T2 CISS 3 D confirmant la présence de la méningo-encéphalocèle en hypersignal T2

Aucune brèche n'a pu être retrouvée en per-opératoire dans deux cas. Dans l'autre cas, un saignement per-opératoire important n'a pas permis une bonne exploration.



La relecture des TDM et IRM des deux patients pour lesquels aucun défaut osseux n'a été retrouvé en per-opératoire a conclu à une fuite de LCR à travers la lame criblée de l'éthmoïde pour le premier cas et à une fuite au niveau de la paroi postérieure de l'hémi sinus sphénoïdal droit dans le 2ème cas. Ces trois patients sont actuellement programmés pour reprise chirurgicale. Le couple TDM-IRM a permis dans tous les cas de confirmer la présence de BOM et d'en préciser la topographie. Les différentes localisations retrouvées ont été résumées dans le tableau suivant.

**Tableau I: Topographie des brèches ostéo-durales en fonction de l'étiologie (traumatique/spontanée).**

Sinus Etiologie	Sphénoïdal	Ethmoïdal			Frontal	Nombre Total
		Antérieur	Postérieur	Lame criblée		
Traumatique	1	4	2	7	1	15
Spontanée	2*	1	1	3	1	8
Total	3	5	3	10	2*	23

\* Deux cas de méningo-encéphalocèle avec une large BOM de tout l'étage antérieur de la base du crâne.

\* Un cas a été décrit radiologiquement comme appartenant à la paroi latérale et en per-opératoire il se trouvait au niveau du clivus

Une réparation chirurgicale par voie endoscopique a été réalisée dans tous les cas. Les matériaux les plus utilisés étaient: la graisse abdominale, le fascia lata, le lambeau libre de muqueuse du cornet moyen et la colle biologique. Le lambeau septal de Haddad a été utilisé une seule fois dans le cadre de la BOM post traumatique (traumatisme pénétrant). Le choix des matériaux et de leur superposition varie toutefois selon l'étiologie, la topographie de la BOM et les habitudes du chirurgien. Les suites opératoires étaient simples dans tous les cas. Un patient a développé une méningite à 1 an post-opératoire. Le recul moyen était de 20 mois. Une TDM couplée à l'IRM a été demandée dans sept cas après un délai moyen de 13 mois avec des extrêmes allant de 9 à 18 mois devant une suspicion de récurrence ou persistance de la BOM. Elle a permis de confirmer la fuite de LCR dans trois cas qui ont eu une reprise chirurgicale et d'infirmier le diagnostic dans quatre cas.

## DISCUSSION:

La rhinorrhée cérébrospinale est due à une solution de continuité ostéoméningée permettant au liquide cérébrospinal (LCR) de s'écouler dans une cavité hydroaérique de la face [3]. Elle survient le plus souvent au niveau des zones de faiblesse méningées ou osseuses: la lame criblée, le toit de l'éthmoïde, les sinus frontaux et sphénoïdaux [4]. Dans la littérature, une nette prédominance masculine est notée avec un pic d'incidence entre 30 et 50 ans. Ceci serait dû à la nette prédominance des étiologies post-traumatiques [5]. Dans notre série, 76% des patients étaient du genre

féminin et la tranche d'âge la plus touchée était celle des [30-50 ans]. Le diagnostic est souvent difficile et dépend de l'étiologie en cause. Les BOM sont divisées en deux groupes: traumatique et non traumatique. Pour les étiologies post-traumatiques, elles sont divisées en rhinorrhée accidentelle et rhinorrhée iatrogène [5]. Les fuites de LCR résultent d'un traumatisme crânien dans 80 à 90 % des cas et elles surviennent chez 1 à 3 % des patients ayant subi un traumatisme crânien fermé [6,7]. La rhinorrhée apparaît généralement dans les 48 heures qui suivent le traumatisme, mais se résorbe souvent spontanément et n'est présente que chez 5 % des patients à 3 mois post-traumatique [8]. Elle est généralement unilatérale, claire, exacerbée par le procubitus ou une manœuvre de valsalva [9]. Dans notre série, le délai de consultation moyen était de 16 mois avec des extrêmes allant de 24H à 5 ans et le délai d'apparition était en moyenne de 373 jours avec des extrêmes allant de 24h à 9 ans. Les autres étiologies comprennent: les complications postopératoires (10 %), une fuite spontanée (3-4%), les tumeurs et les causes inflammatoires. Les fuites spontanées sont difficiles à diagnostiquer car souvent intermittentes et isolées. Celles-ci comprennent toutes les fuites dont le mécanisme physiopathologique est inconnu, sont souvent associées à une ptose du parenchyme cérébral, des brèches multiples et des récurrences fréquentes [10]. Récemment, plusieurs études stipulent que les patients présentant des fuites spontanées de LCR partagent des caractéristiques démographiques, cliniques et d'imagerie similaires à celles de l'hypertension intracrânienne idiopathique (HTIC) [10]. Dans notre série, l'étiologie post traumatique était présente dans 13 cas, la post chirurgicale dans deux cas et aucune origine néoplasique n'a été retrouvée. L'HTIC n'a été suspectée que sur des arguments radiologiques, faute de moyens techniques et n'a pu de ce fait, être confirmée que dans un seul cas.

Un dosage de la bêta transferrine ou bêta trace, molécules spécifiques du LCR, restent l'examen de référence pour le diagnostic positif des fuites de LCR. Ces tests sont les plus spécifiques et les plus sensibles. Le dosage de la bêta transferrine étant le plus communément utilisé car plus disponible [11]. La détection de la protéine bêta-trace indique que des fuites occultes peuvent se produire, celles-ci comptent pour 2,9 % des cas [12]. Le dosage de la bêta trace étant coûteux, il n'a pu être prescrit qu'en cas de forte suspicion de fuite de LCR sans brèche visible à l'imagerie et de ce fait, n'a été fait que chez deux patients dans notre série.

L'évaluation neuroradiologique est essentielle en cas de suspicion clinique, elle aura pour but de détecter une éventuelle BOM et de préciser son siège. Lorsque le diagnostic clinique de fuite de LCR est évident, la TDM et l'IRM auront pour but d'appuyer le diagnostic, de préciser le siège exact du défaut et de contribuer au diagnostic étiologique. L'injection intrathécale de produit de contraste dans le cadre du cisternoscanner ou cisterno-IRM est de moins en moins utilisée et est surtout limitée à des cas



d'écoulement de LCR de faible abondance pour lesquels les autres techniques d'imagerie précédemment utilisées n'ont pas réussi à identifier le siège avec précision [13]. Par ailleurs, l'injection intrathécale de fluorescéine qui associe un geste diagnostique à un geste thérapeutique a rendu la prescription de ces techniques plus limitée [10]. Cependant, cette technique n'est pas encore approuvée par l'American Food and drug association [14]. Dans notre série, aucun patient n'a eu de cisternoscanner ou de cisterno-IRM. La TDM sans contraste de la base du crâne, en haute résolution et en coupes fines avec des reconstructions multiplanaires reste l'examen de 1ère intention. Le trépied radiologique d'une BOM repose sur l'existence d'un défaut osseux, d'une opacité suspendue dans un sinus et d'une pneumocéphalie [4]. Dans notre série, la TDM a permis de confirmer la présence de BOM dans 12 cas dont deux cas où la rhinorrhée n'a pas été objectivée à l'examen clinique. Elle a, de ce fait, contribué à appuyer le diagnostic et à préciser le siège de la brèche.

Les défauts ostéo-duraux traumatiques peuvent être scellés temporairement par des caillots sanguins, des fragments osseux, une hernie cérébrale ou un œdème muqueux de sorte que le patient peut dans ces cas ne pas présenter de rhinorrhée manifeste. Cependant, la constatation d'une fracture de 3 mm ou plus en conjonction avec un pneumocéphale est fortement suggestive d'une fuite de LCR de la base du crâne. Dans le cas de fuites chroniques ou tardives, le cerveau adjacent à la BOM peut aussi présenter une encéphalomalacie post-traumatique [15]. Dans notre série, trois patients avaient une fracture de la base du crâne déjà documentée. La création par inadvertance de défauts ostéo-duraux au niveau de la base du crâne peut se produire au cours d'une chirurgie endonasale fonctionnelle des sinus (CEFS), d'une approche endoscopique endonasale de la base du crâne et de la fosse pituitaire ou d'une craniotomie (bifrontale, rétro-sigmoïde, ou de la fosse moyenne). Les variantes anatomiques prédisposants sont: la faible hauteur de la lame criblée par rapport au toit de l'éthmoïde, un angle de pente plus prononcé de la base antérieure du crâne dans le plan sagittal et une plus grande pente latérale du toit de l'éthmoïde dans le plan coronal [16]. Les sites les plus fréquents de fuite iatrogène sont la lamelle latérale de la lame criblée, la partie postérieure du toit de l'éthmoïde, le creux frontal et le sinus sphénoïdal. Dans notre série, un seul cas a été noté en rapport avec une chirurgie endonasale pour débridement d'une mucormycose post covid. La BOM siégeait dans ce cas au niveau du toit de l'éthmoïde.

L'IRM joue un rôle primordial dans le diagnostic positif et étiologique des BOM. Si aucun défaut n'est identifié, ou s'il y a une suspicion de méningoencéphalocèle sur la TDM, l'IRM peut détecter l'intensité du signal du LCR qui traverse la base du crâne.

En utilisant des séquences fortement pondérées en T2, l'IRM peut mettre en évidence la fuite de LCR. Celle-ci est visible avec une intensité de signal élevée s'étendant

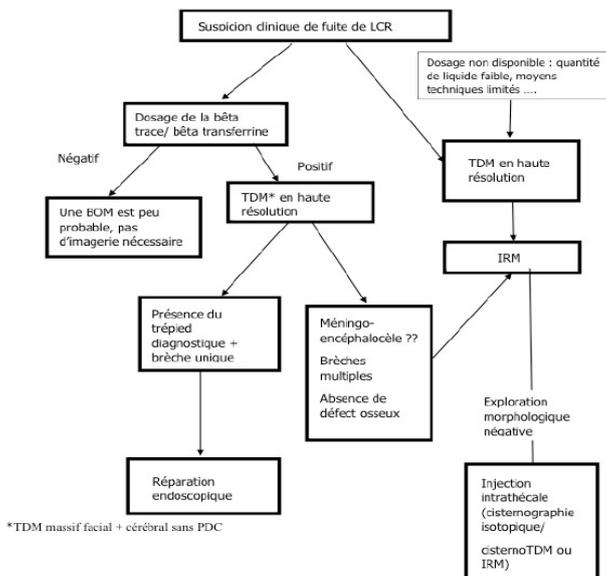
de l'espace sous-arachnoïdien à travers un défaut de la base du crâne vers un espace aérien adjacent. L'imagerie en coupes fines peut être acquise sous la forme d'un ensemble de données en 3D en utilisant des séquences en état d'équilibre " Steady-State Free Precession " (SSFP) [15]. L'injection de Gadolinium n'est pas utile sauf en cas de nécessité d'exploration de l'encéphale. L'analyse du parenchyme cérébral étant supérieure en IRM, celle-ci permet aussi de distinguer les différentes lésions: encéphalocèles, tumeurs ... Dans les causes tumorales, l'érosion de l'os de la base du crâne et de la dure mère adjacente peut entraîner une rhinorrhée comme symptôme initial. Cela peut également se produire lorsque la tumeur se rétracte en réponse à une radiothérapie, ou chez des patients présentant des adénomes hypophysaires traités médicalement [17]. Dans notre série, aucun cas de BOM de cause tumorale n'a été retrouvé. Pour les fuites spontanées, l'IRM, permet d'objectiver les fuites, absentes à la TDM et qui sont généralement plus complexes et multiples [18]. Celle-ci peut aussi montrer des signes suggérant une HTIC sous-jacente tels qu'une arachnoïdocèle produisant des sella partiellement vides, une selle turcique vide, une dilatation de la gaine du nerf optique, une augmentation de la tortuosité verticale des nerfs optiques, un aplatissement scléral des globes au niveau de l'insertion des nerfs optiques, un élargissement des espaces arachnoïdiens, un élargissement des cavea de Meckel et des sténoses des sinus veineux [19–21]. Comparé aux patients présentant une HTIC cliniquement définie, les patients présentant des fuites spontanées de LCR présentent plus souvent des modifications osseuses (selle turcique vide et méningoencéphalocèles), tandis que les changements orbitaux et les sténoses des sinus veineux sont moins fréquents. Dans notre série, trois patients avaient une méningoencéphalocèle avec HTIC dont un avait une arachnoïdocèle associée. Quatre patients avaient des signes radiologiques évoquant une HTIC. La plupart des fuites spontanées de LCR se produisent au niveau de la lame criblée dans 39% à 51% des cas, le toit de l'éthmoïde dans 42,8%, le sinus sphénoïde dans 28% à 46,4%, l'os temporal dans 39% et le sinus frontal dans 10 % des cas [20]. Dans notre série, les fuites spontanées siégeaient au niveau de la lame criblée dans trois cas, le sinus sphénoïde dans deux cas, l'éthmoïde antérieur dans un cas et l'éthmoïde postérieur dans un autre cas. Finalement, la revue de Xie et al [22] a conclu que la TDM avait une bonne sensibilité et reste donc l'examen de première intention de part sa disponibilité et de son faible coût. L'IRM, même si elle a une meilleure sensibilité reste un examen de deuxième intention. Donc, si une fuite de LCR est confirmée cliniquement et biologiquement et que la TDM montre un défaut osseux unique, aucune autre imagerie n'est nécessaire avant la réparation chirurgicale. Il existe une grande variabilité en termes de matériaux utilisés pour le traitement chirurgical. La revue systématique de Psaltis et al [23] n'a pas permis de déterminer la pertinence des différents types de greffon. De ce fait, il est difficile de conclure quant aux taux



de succès de ces différents matériaux. Différentes techniques ont été également décrites dont les greffes sandwich et la fermeture en trois couches. Là encore, l'efficacité de chaque technique ne peut être analysée en raison du nombre limité de données et de cas. Dans la revue de littérature de Sharma et al [9], la corrélation entre les données per-opératoire et l'imagerie en coupes était excellente avec une sensibilité pour chacune des techniques de plus de 90%. Dans notre série, la relecture des TDM et IRM des deux patients pour lesquels aucun défaut osseux n'a été trouvé en per-opératoire a conclu à une fuite de LCR à travers la lame criblée de l'éthmoïde pour un patient et le sinus sphénoïde pour l'autre. Selon Steiret et al, les fuites spontanées de LCR sont significativement moins bien localisées en per-opératoire [24] alors que Psaltis et al [23] ont rapporté que le sinus sphénoïdal était le siège le plus fréquent d'échec du traitement chirurgical (48 % des cas), suivi par le toit et la lame criblée de l'éthmoïde (41 % des cas), reflétant peut-être les difficultés d'abord du sinus sphénoïdal par voie endoscopique pour faciliter une réparation appropriée. Les succès de la chirurgie endoscopique primaire de colmatage de la brèche varient entre 79% et 90% selon les séries, ce taux dépend intimement de la précision de la localisation du défaut. Le protocole de suivi radiologique en post-opératoire varie selon les équipes, une IRM systématique à 2 mois post-opératoire étant généralement prescrite. Dans notre série, une imagerie de contrôle a été demandée en cas de suspicion clinique de récurrence: présence d'une rhinorrhée objectivée ou non et/ou de méningite. La récurrence a été confirmée dans trois cas: il s'agissait de BOM post traumatique dont le siège était le toit de l'éthmoïde dans deux cas et d'une fuite spontanée de LCR de siège sphénoïdal dans un cas. Le taux de succès chirurgical dans notre série était de 87%.

#### Algorithme décisionnel:

Après revue de la littérature et d'après nos résultats, nous proposons un algorithme décisionnel résumant les indications des différentes techniques d'imagerie



## CONCLUSION:

Les fuites de liquide LCR restent un défi thérapeutique nécessitant parfois le recours à des techniques innovantes pour un diagnostic et un traitement précoce. En effet, les méningoencéphalocèles de la base du crâne et les fuites de LCR sont d'étiologies variables. Une bonne compréhension des différentes entités cliniques, des localisations anatomiques potentielles et des différentes zones de faiblesse ainsi que des aspects radiologiques facilite le diagnostic de ces lésions et permet de choisir l'examen radiologique de première intention.

## Considérations éthiques:

**Déclaration d'intérêts:** Les auteurs déclarent ne pas avoir de conflits d'intérêts en relation avec cet article.

Le consentement de la patiente a été pris.

**Déclaration de financement:** Les auteurs déclarent ne pas avoir reçu de financement particulier pour ce travail.

## REFERENCES:

- Mostafa BE, Khafagi A. Combined HRCT and MRI in the Detection of CSF Rhinorrhea. *Skull Base*. 2004 Aug;14(3):157-62.
- Louanchi, M, Bouteben, A, Labed M, Khengaoui, E, Chebouba, S, Meloueh, R. (2020). HTIC non tumorale: aspects cliniques, paracliniques et étiologiques à propos de 300 cas - *Revue neurologique*. 176S. 10.1016/j.neurol.2020.01.284.
- Blanpain, S., Brochart, C., Demuyneck, F., Lefranc, M., Morvan, J., Brasseur, A., Page, C., Peltier, J., Lehmann, P., Gars, D.L., & Vallée, J.N. (2009). Prise en charge radiologique des brèches ostéo-durales: à propos d'un cas rare de brèche éthmoïdale de nature spontanée. *Journal De Radiologie*, 90, 739-741.
- Domengie F, Cottier JP, Lescanne E, Aesch B, Vinikoffsonier C, Gallas S, Herbreteau D. Stratégie d'exploration d'une brèche ostéoméningée. *J Neuroradiol*. 2004 Jan;31(1):47-59.
- Landeiro JA, Flores MS, Lázaro BCR, Melo MH. Surgical management of cerebrospinal fluid rhinorrhea under endoscopic control. *Arq Neuro-Psiquiatr*. 2004 Sep;62(3b):827-31.
- Schlosser RJ, Bolger WE. Nasal cerebrospinal fluid leaks: critical review and surgical considerations. *Laryngoscope*. 2004 Feb;114(2):255-65.
- Banks CA, Palmer JN, Chiu AG, O'Malley BW, Woodworth BA, Kennedy DW. Endoscopic closure of CSF rhinorrhea: 193 cases over 21 years. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009 Jun;140(6):826-33.
- Meco C, Oberascher G. Comprehensive algorithm for skull base dural lesion and cerebrospinal fluid fistula diagnosis. *Laryngoscope*. 2004 Jun;114(6):991-9.



9. Sharma SD, Kumar G, Bal J, Eweiss A. Traitement chirurgical de la rhinorrhée de liquide cébrospinal par voie endonasale. *Annales françaises d'Oto-rhino-laryngologie et de Pathologie Cervico-faciale*. 2016 Jun;133(3):169–72.
10. Galli J, Morelli F, Rigante M, Paludetti G. Management of cerebrospinal fluid leak: the importance of multidisciplinary approach. *Acta Otorhinolaryngol Ital*. 2021 Apr;41(Suppl. 1):S18–29.
11. Lipschitz N, Hazenfield JM, Breen JT, Samy RN. Laboratory testing and imaging in the evaluation of cranial cerebrospinal fluid leaks and encephaloceles. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019 Oct;27(5):339–43.
12. Bachmann G, Djenabi U, Jungehülsing M, Petereit H, Michel O. Incidence of occult cerebrospinal fluid fistula during paranasal sinus surgery. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2002 Nov;128(11):1299–302.
13. Ghomari C, Mokaddem W, Medjahedi A. Cisternographie isotopique d'une brèche ostéoméningée : à propos d'un cas. *Médecine Nucléaire*. 2022 Mar;46(2):88.
14. Banu MA, Kim JH, Shin BJ, Woodworth GF, Anand VK, Schwartz TH. Low-dose intrathecal fluorescein and etiology-based graft choice in endoscopic endonasal closure of CSF leaks. *Clin Neurol Neurosurg*. 2014 Jan;116:28–34.
15. Scoffings DJ. Imaging of Acquired Skull Base Cerebrospinal Fluid Leaks. *Neuroimaging Clinics of North America*. 2021 Nov;31(4):509–22.
16. Heaton CM, Goldberg AN, Pletcher SD, Glastonbury CM. Sinus anatomy associated with inadvertent cerebrospinal fluid leak during functional endoscopic sinus surgery. *Laryngoscope*. 2012 Jul;122(7):1446–9.
17. Lam G, Mehta V, Zada G. Spontaneous and medically induced cerebrospinal fluid leakage in the setting of pituitary adenomas: review of the literature. *FOC*. 2012 Jun;32(6):E2.
18. Stevens SM, Lambert PR, Rizk H, McIlwain WR, Nguyen SA, Meyer TA. Novel Radiographic Measurement Algorithm Demonstrating a Link between Obesity and Lateral Skull Base Attenuation. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2015 Jan 1;152(1):172–9.
19. Nelson RF, Gantz BJ, Hansen MR. The rising incidence of spontaneous cerebrospinal fluid leaks in the United States and the association with obesity and obstructive sleep apnea. *Otol Neurotol*. 2015 Mar;36(3):476–80.
20. Bedarida V, Labeyrie MA, Eliezer M, Saint-Maurice JP, Jourdaine C, Gargalas S, et al. Association of spontaneous cerebrospinal fluid rhinorrhea with transverse venous sinus stenosis: a retrospective matched case-control study. *International Forum of Allergy & Rhinology*. 2020;10(12):1295–9.
21. Skedros DG, Cass SP, Hirsch BE, Kelly RH. Beta-2 transferrin assay in clinical management of cerebral spinal fluid and perilymphatic fluid leaks. *J Otolaryngol*. 1993 Oct;22(5):341–4.
22. Xie M, Zhou K, Kachra S, McHugh T, Sommer DD. Diagnosis and Localization of Cerebrospinal Fluid Rhinorrhea: A Systematic Review. *Am J Rhinol Allergy*. 2022 May;36(3):397–406.
23. Psaltis AJ, Schlosser RJ, Banks CA, Yawn J, Soler ZM. A systematic review of the endoscopic repair of cerebrospinal fluid leaks. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2012 Aug;147(2):196–203.
24. Steiert C, Kraus LM, Roelz R, Urbach H, Beck J, Meckel S, et al. Surgical Repair of Skull Base CSF Leaks after Cisternography Diagnosis: Analysis of Validity and Surgical Outcome and Impact on Future Treatment Strategies. *Biomed Res Int*. 2022;2022:8740352.