

The background of the cover features a stylized, glowing blue wireframe of a human head in profile, facing right. The head is composed of a grid of lines, with some lines highlighted in a lighter blue. The background is a dark blue gradient, and there are numerous small, bright white and yellow particles scattered throughout, resembling a starry field or a digital data stream. The overall aesthetic is futuristic and high-tech.

**PHILIPS**

SmartSpeed

Livre blanc

# Philips SmartSpeed Aucun compromis

**La qualité et la vitesse d'image à portée de main**

Ecrit par : Hans Peeters PhD, Hayley Chung PhD, Giuseppe Valvano PhD, Deniz Yakisikli MSc., Jeroen van Gemert PhD, Elwin de Weerd PhD and Kim van de Ven PhD.

# Le besoin de vitesse et de performance

À mesure que l'utilité clinique de l'IRM s'est accrue, la pression pour examiner efficacement un plus grand nombre de patients n'a jamais été aussi forte. La baisse des remboursements et la hausse des retards accumulés rendent la productivité et la réduction du coût par examen d'imagerie plus importantes que jamais.

La réduction des temps d'acquisition et d'examen permet de répondre à ces besoins dans une large mesure. Le moyen le plus simple de réduire les temps d'examen consiste à réduire les temps d'acquisition des différents protocoles. De plus, une augmentation significative de la productivité peut être obtenue en limitant le nombre de rescans, quand on sait que jusqu'à 20 % des séquences doivent être répétées en raison d'artefacts de mouvement<sup>1</sup>.

La réduction des artefacts de mouvement et des dégradations de la qualité d'image peut également avoir un effet positif sur les temps de lecture par les radiologues tout en réduisant les

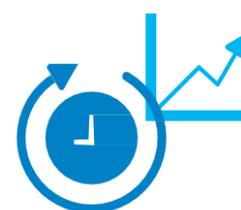
erreurs de lecture et en augmentant la fiabilité du diagnostic. En outre, du point de vue du patient et du manipulateur, l'impact est également important lorsque les temps d'acquisition et d'examen sont réduits. Des temps d'acquisition plus courts contribuent à réduire les temps d'attente et le stress du patient lié à une gêne physique<sup>2</sup>, tandis que pour les manipulateurs, ils réduisent les heures supplémentaires ou augmentent le temps auprès des patients.

Philips SmartSpeed répond à ces besoins en faisant un pas de plus vers l'accélération des acquisitions, tout en préservant la fiabilité du diagnostic et en offrant une bonne performance pour tous les protocoles de routine. L'amélioration de la qualité d'image provient non seulement d'une réduction du temps d'acquisition, mais également d'une conception de séquence intrinsèque pour les pathologies difficiles auxquelles la technologie d'accélération SmartSpeed est appliquée.

## Philips SmartSpeed : la nouvelle génération en pleine accélération

Philips SmartSpeed s'appuie sur l'expérience de Philips en matière de techniques d'accélération. Cette solution passe au niveau supérieur en étendant la technologie éprouvée Compressed SENSE, en élargissant son champ d'application à des protocoles

d'imagerie jusqu'ici peu utilisés et en améliorant la reconstruction d'image avec des algorithmes d'IA appliqués tôt dans le processus de reconstruction. Elle fournit des méthodes d'IRM qui permettent des améliorations pour répondre à de multiples besoins.



### Productivité

**En divisant le temps d'acquisition par 3\* environ,** Philips SmartSpeed peut augmenter la productivité du service IRM et réduire le coût par examen.



### Fiabilité du diagnostic

**En offrant une résolution jusqu'à 65 % supérieure\***, Philips SmartSpeed offre une très haute qualité d'image permettant aux radiologues de fournir des informations en toute confiance au médecin traitant.



### Accessibilité des patients

L'application est conçue pour un large éventail de patients, quelle que soit leur pathologie, avec **une applicabilité de 97 %** pour fournir une imagerie correcte dès la première intervention.

\*Par rapport à l'imagerie parallèle conventionnelle (SENSE)

Philips SmartSpeed s'appuie sur une structure modulaire qui étend et améliore Compressed SENSE dans de nombreux domaines d'application et domaines anatomiques :

- **Philips SmartSpeed AI** intègre la technologie d'apprentissage profond dès le début de la chaîne de reconstruction pour accélérer toutes les séquences couramment utilisées dans tous les domaines d'application. Il est possible d'en tirer parti de manière flexible pour augmenter la productivité en accélérant les examens et pour améliorer la fiabilité du diagnostic grâce à la résolution accrue qui peut être obtenue.
- **Philips SmartSpeed MotionFree** permet un examen d'imagerie multicoupe fiable en mouvement pour tous les contrastes d'image sur de nombreuses zones anatomiques avec des durées d'examen similaires ou plus courtes par rapport à l'équivalent actuel sans compensation de mouvement.
- **Philips SmartSpeed 3D FreeBreathing** réduit le temps d'acquisition des examens d'imagerie T1w 3D en respiration libre, en permettant une acquisition correcte dès la première fois après les injections de produit de contraste.
- **Philips SmartSpeed Implant** permet de réaliser des imageries autour des implants métalliques aussi rapidement que des examens ostéo-articulaires classiques sans compromettre la qualité d'image.
- **Philips SmartSpeed Diffusion** accélère les images pondérées en diffusion et améliore la qualité du diagnostic en réduisant le bruit lié au facteur g.

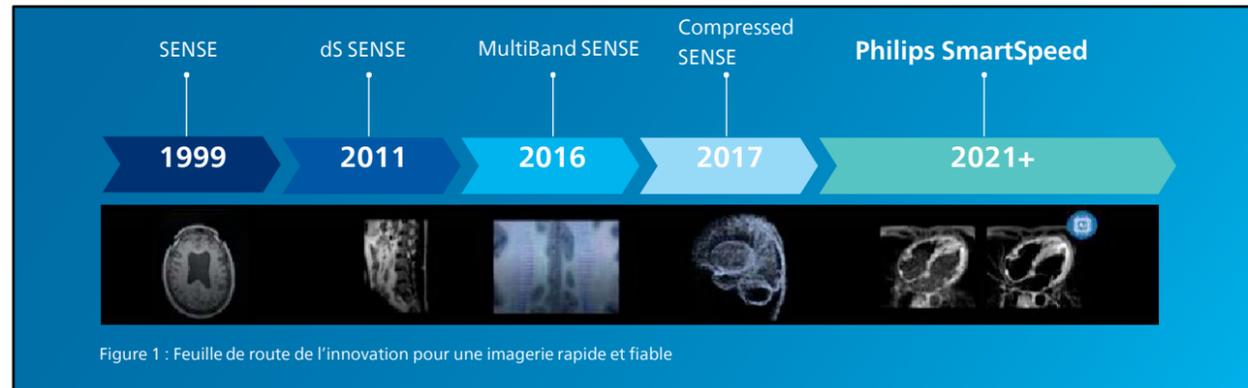


# Philips SmartSpeed : fruit de l'héritage de Philips dans les technologies SENSE et Compressed SENSE

## Comment les technologies d'accélération de Philips ont-elles contribué à réduire les temps d'acquisition et d'examen au cours des vingt dernières années ?

Au cours des vingt dernières années, Philips a lancé et amélioré des techniques d'accélération. Cela a commencé par l'introduction de SENSE en 1999 et s'est poursuivi avec des ajouts à la gamme SENSE avec l'imagerie parallèle dS-SENSE<sup>3</sup>, MultiBand SENSE et Compressed SENSE<sup>4</sup> (Figure 1).

La technologie Compressed SENSE demeure la solution de détection compressée la plus polyvalente du secteur. Elle fournit des images haute résolution pour toutes les acquisitions 2D et 3D dans toutes les anatomies et pour tous les contrastes d'image avec un temps d'acquisition minimal.



## Quels types d'améliorations cliniques et de productivité peuvent être attendus de Philips SmartSpeed ?

Pour comprendre l'impact de Philips SmartSpeed sur la pratique clinique, commençons par la valeur ajoutée éprouvée de la technologie Compressed SENSE, disponible depuis début 2018 et mise en œuvre dans le monde entier. Compressed SENSE permet d'améliorer la productivité en réduisant les temps d'acquisition des acquisitions individuelles jusqu'à 50 %\* et des examens complets de 20 à 30 %\*.

Aujourd'hui, plus de 60 % des nouvelles ventes IRM intègrent Compressed SENSE\*\*. Un nombre considérable d'études scientifiques évaluées par des pairs démontre la valeur de Compressed SENSE pour réduire les temps d'acquisition d'une séquence individuelle<sup>5</sup>, réaliser des examens<sup>6</sup>, une imagerie quantitative<sup>7,8,9,10</sup> et son application dans les examens post-contraste<sup>11,12,13</sup>.

Ces études démontrent la polyvalence de cette technologie et le fait qu'elle peut être facilement appliquée sur une large gamme de zones anatomiques allant de la tête aux orteils, ainsi qu'une large gamme de contrastes d'images 2D et 3D différents.

Le moteur d'accélération Philips SmartSpeed s'appuie sur les points forts de ses prédécesseurs tout en élargissant sa polyvalence. Il étend la gamme d'applications pour s'adapter à l'imagerie dans des situations difficiles liées au mouvement, aux implants et à un faible rapport signal-bruit en diffusion. En outre, d'autres améliorations de la vitesse sont réalisées en intégrant l'apprentissage profond dans la structure Philips SmartSpeed. Les principaux composants de cette structure modulaire sont expliqués dans la Figure 2.

\* Par rapport à l'imagerie échographique parallèle conventionnelle (SENSE)  
\*\* à compter de 2021

Philips SmartSpeed constitue la prochaine étape dans la structure unique de combinaison d'antennes Philips, tirant parti des forces introduites par SENSE (sensibilité de l'antenne et contexte) et Compressed SENSE (contrainte de dispersion)<sup>5</sup>. Il s'agit d'une structure modulaire avec deux ingrédients clés pour accélérer l'acquisition d'images :

- Acquisition de moins de données à l'aide de modèles d'échantillonnage de données dédiés.
- Technologie de reconstruction intelligente qui permet de récupérer la qualité d'image à partir de si peu de données à rétablir

Le sous-échantillonnage de la quantité de données acquises dans l'espace k est limité dans les algorithmes SENSE par le nombre d'éléments d'antenne et leur positionnement géométrique. Compressed SENSE a permis de résoudre ce problème grâce à l'introduction de la contrainte de dispersion. Avec la transformation vers le domaine de l'ondelette et une reconstruction itérative, il est possible d'échantillonner encore moins de

données tout en maintenant ou en améliorant même le niveau élevé de qualité d'image. Cela est possible grâce à un modèle de sous-échantillonnage à densité variable spécialement conçu pour cette nouvelle méthode de reconstruction. Les algorithmes de reconstruction et la plateforme de calcul sont conçus pour être rapides et efficaces, afin d'éviter que le temps gagné pendant l'acquisition ne soit perdu lors de la génération des images.

Le moteur Philips SmartSpeed est une structure modulaire qui intègre les points forts existants et une connaissance approfondie de la conception du système IRM et l'étend grâce à de nouvelles technologies. Il est enrichi en effectuant des contraintes de dispersion avec un ensemble connecté de réseaux neuronaux convolutifs pour les acquisitions cartésiennes 2D et 3D. De plus, la reconstruction des contraintes de dispersion basée sur des ondelettes est étendue avec la diffusion EPI, l'imagerie d'implant (O-MAR XD) et les techniques de lecture non cartésiennes (radiale et MultiVane XD).

## Moteur Philips SmartSpeed

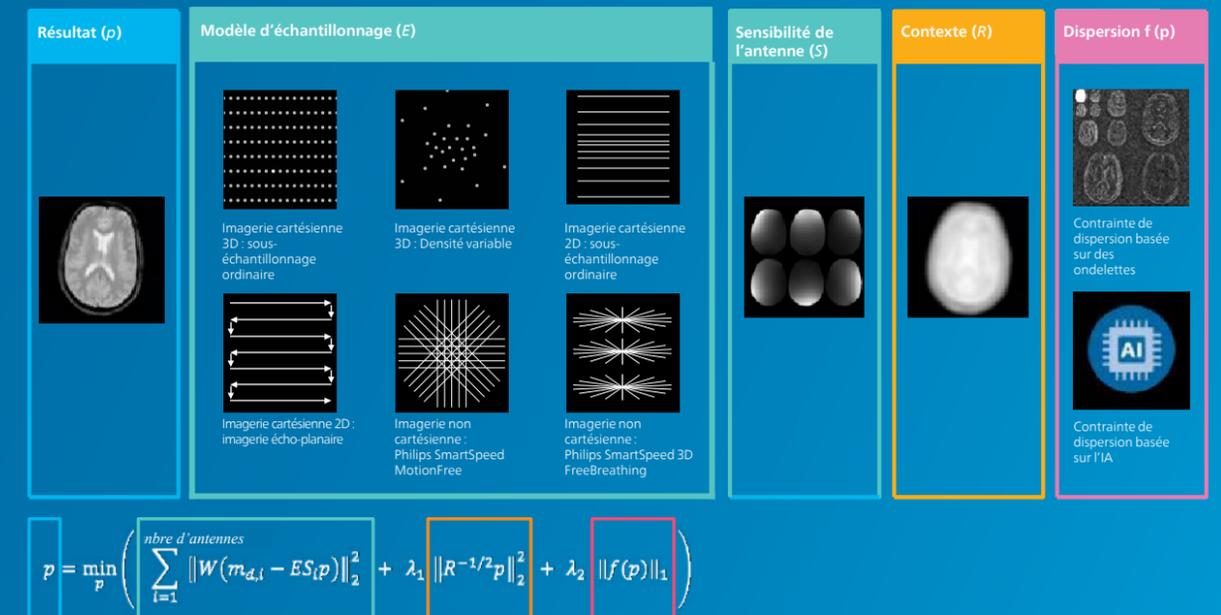


Figure 2 : La structure modulaire Philips SmartSpeed est expliquée ici sous forme graphique et mathématique. L'image finale [p] (bleu clair) est construite sur la base des informations mesurées de l'espace k par élément d'antenne [ $m_{d,l}$ ] (en utilisant le modèle d'échantillonnage sélectionné, en vert). Les informations antérieures issues de l'examen d'imagerie de référence SENSE, telles que les profils de sensibilité des éléments récepteurs [ $S_l$ ] (en vert) et les informations de contexte basse résolution [R] (en orange) sont utilisées en combinaison avec les éléments de pondération de cohérence des données [W] pour mesurer la fiabilité des données.

L'élément final de la solution est l'application de la contrainte de dispersion qui peut être basée sur des ondelettes (Compressed Sense) ou sur l'apprentissage profond (IA).

Pour SENSE, une solution analytique peut être obtenue en fixant le terme de régularisation ( $\lambda_1$ , optimisé par examen d'imagerie) étant donné que la contrainte de dispersion n'est pas appliquée. Pour les technologies Compressed SENSE et Philips SmartSpeed AI, la contrainte de dispersion est équilibrée avec un second terme de régularisation ( $\lambda_2$ ) qui est automatiquement optimisé pendant la reconstruction itérative.

# Philips SmartSpeed AI : une accélération inégalée

La solution Philips SmartSpeed AI a évolué à partir de ses ancêtres SENSE et Compressed SENSE en intégrant des méthodes d'apprentissage profond dans une structure d'accélération éprouvée de paradigmes d'échantillonnage optimisés, d'entrée d'éléments multi-antennes et d'une reconstruction itérative avec des contraintes de dispersion. Grâce à l'intégration de la technologie d'IA dans l'étape de combinaison d'éléments d'antenne de la reconstruction, la quantité maximale d'informations disponibles après l'acquisition des signaux est exploitée.

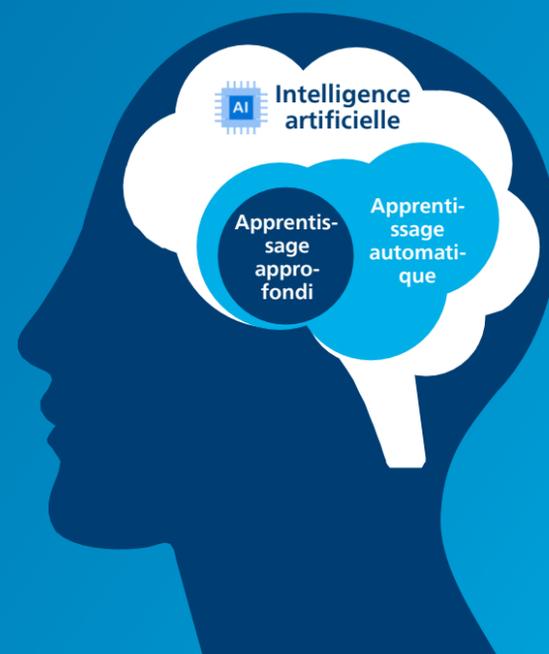
Grâce à cette approche, Philips SmartSpeed AI remplace la norme actuelle du secteur, où la technologie d'apprentissage profond est appliquée sur des données d'imagerie complexes ou comme étape de post-traitement. Dans cette section, les avantages de l'intégration de l'apprentissage profond pendant la combinaison d'éléments d'antenne sont expliqués, ainsi que le type de réseau neuronal de convolution utilisé. Les avantages cliniques d'une imagerie plus rapide et plus haute résolution sont présentés pour plusieurs domaines d'application.

## Qu'est-ce que l'apprentissage profond et comment s'insère-t-il dans la vue d'ensemble de l'IA ?

L'intelligence artificielle (IA) est définie comme la science consacrée à la façon dont les machines pensent et agissent comme des êtres humains. Les ordinateurs sont conçus pour effectuer des tâches structurées et excellent dans l'application de règles, mais il est clair que de nombreuses actions humaines ne peuvent pas être réalisées par des ordinateurs. L'IA peut accroître l'expertise des professionnels de santé et soutenir leur prise de décision, améliorer l'efficacité opérationnelle pour libérer l'attention sur les soins aux patients et permettre aux personnes de prendre mieux soin de leur santé et de leur bien-être<sup>14</sup>.

L'apprentissage automatique, un domaine spécifique de la recherche sur l'IA, et l'apprentissage profond, un domaine spécifique de l'apprentissage automatique, sont des techniques capables d'analyser de grands ensembles de données et d'agir en conséquence. L'apprentissage automatique permet aux ordinateurs d'effectuer des tâches sans programmation explicite. L'apprentissage profond est le sous-ensemble d'algorithmes d'apprentissage automatique basés sur des réseaux neuronaux profonds dont les réseaux neuronaux convolutifs sont une classe spécifique. Les réseaux neuronaux profonds s'inspirent des réseaux neuronaux humains et animaux et se composent de neurones artificiels connectés sur plusieurs couches entre l'entrée et la sortie.

Figure 3 : Représentation schématique des zones couvrant l'intelligence artificielle



## Comment l'apprentissage profond peut-il être intégré à la chaîne d'imagerie par résonance magnétique ?

L'apprentissage profond peut être appliqué à plusieurs emplacements au sein de la chaîne d'imagerie par résonance magnétique (Fig. 4), du calcul de la stratégie d'échantillonnage à la reconstruction des données brutes, en passant par le post-traitement des images.

De nombreuses applications d'apprentissage profond se trouvent dans le domaine du post-traitement, par exemple le débruitage, le filtrage et la segmentation. De plus, la chaîne de reconstruction est particulièrement bien adaptée à l'application de l'apprentissage profond, car la reconstruction d'image est généralement une séquence d'opérations différentes. Par conséquent, nous prenons d'abord un peu de recul en examinant la chaîne de reconstruction classique de la Fig. 4. Les données brutes de l'espace k entrent dans la reconstruction, après quoi des transformations de Fourier sont appliquées. Dans l'étape de combinaison de canaux, les données (sous-échantillonnées) de tous les éléments d'antenne individuels sont combinées en une seule image à valeur complexe. La phase de génération d'image contient des étapes, notamment l'opération d'amplitude, la numérisation pour le stockage et les opérations de contraste de phase.

Comme indiqué précédemment, la chaîne d'imagerie se compose de plusieurs étapes. L'apprentissage profond peut être appliqué à un grand nombre d'entre elles. Cependant, chaque étape entraînera inévitablement une perte d'informations. L'efficacité des algorithmes d'apprentissage profond dépend de l'objectif et de l'emplacement auquel ils sont appliqués :

- 1 Apprentissage profond pendant le post-traitement :** L'IA appliquée à la fin de la chaîne sur les données DICOM présente l'avantage de pouvoir être mise en œuvre en tant qu'étape de post-traitement supplémentaire sur tout système ayant accès aux images. Cependant, les informations supprimées lors des étapes précédentes de la reconstruction, par exemple les informations de phase, sont perdues et ne peuvent plus être utilisées.
- 2 Apprentissage profond pendant la génération d'images :** Les algorithmes d'IA appliqués aux données d'imagerie complexes utilisent des informations de phase et permettent une itération entre les données d'imagerie traitées par l'IA et les données d'espace k générées par la transformation de Fourier inverse de l'image combinée de l'élément d'antenne. Cependant, lors de la génération d'images, l'IA présente l'inconvénient de ne pas pouvoir utiliser les données brutes de l'espace k des éléments individuels dans l'optimisation, par exemple pour vérifier la cohérence des données dans la reconstruction itérative.
- 3 Apprentissage profond au cours de la combinaison de canaux :** Dans la solution Philips SmartSpeed AI, l'apprentissage profond est appliqué pendant la partie combinée de l'élément d'antenne de la chaîne de reconstruction. Dans sa vue la plus simple, l'étape de contrainte de dispersion de la reconstruction itérative dans Philips SmartSpeed AI est basée sur l'apprentissage profond. Le réseau neuronal convolutif appliqué est entraîné pour tous les contrastes et pour une large gamme de facteurs d'accélération, et surpasse les représentations traditionnelles générales de dispersion telles que la transformation d'ondelette mise en œuvre dans Compressed SENSE. Cela assure une cohérence des données et une fidélité du signal optimales.

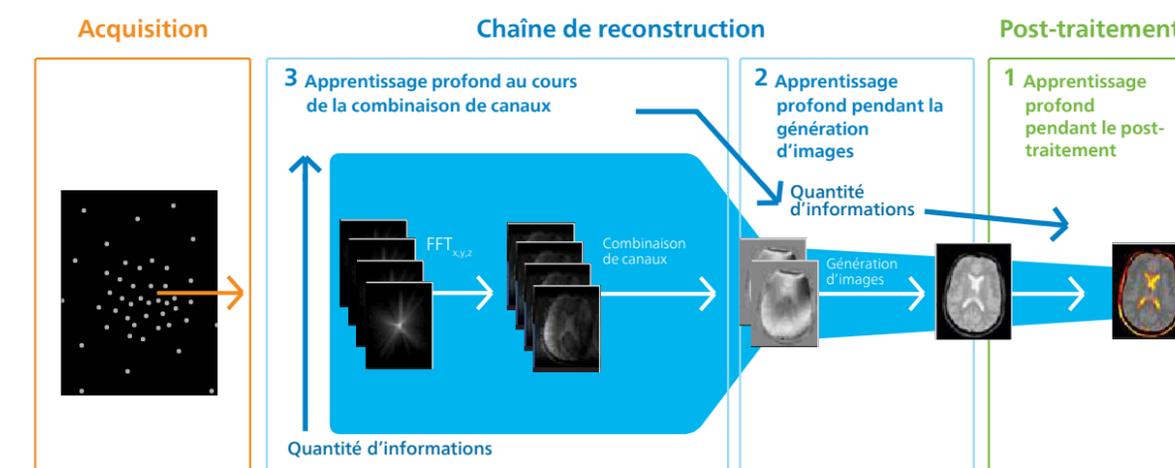


Figure 4 : Représentation graphique de la chaîne d'imagerie par résonance magnétique avec une vue détaillée sur la chaîne de reconstruction. La chaîne d'imagerie commence par le processus d'acquisition dans lequel la stratégie d'échantillonnage est définie. Les données brutes de l'espace k entrent dans la chaîne de reconstruction pour générer des images DICOM. Au cours de la phase de post-traitement, différentes opérations telles que le filtrage ou la segmentation supplémentaires peuvent être effectuées. Dans la chaîne de reconstruction, les données brutes de l'espace k de plusieurs éléments d'antenne entrent dans la reconstruction et subissent une transformation de Fourier, ce qui donne une image par élément d'antenne. À l'étape de combinaison de canaux, les images des éléments d'antenne individuels sont combinées en une seule image à valeur complexe. Lors de l'étape de génération d'images suivante, les images DICOM sont produites par exemple par des opérations de module (addition, soustraction), des calculs de contraste de phase ou la séparation eau-graisse mDixon. La zone bleu clair indique comment, à chaque étape, la quantité de données diminue ; une grande partie des informations des données d'entrée multi-élément d'origine sont condensées, ce qui réduit les informations pouvant être utilisées par le réseau neuronal convolutif appliqué. Par conséquent, l'algorithme de Philips SmartSpeed AI est appliqué à l'étape de combinaison de canaux pour tirer le maximum d'informations disponibles.

## Quelle topologie de réseau neuronal est mise en œuvre dans Philips SmartSpeed AI ?

La topologie de réseau neuronal complexe mise en œuvre dans Philips SmartSpeed AI est Adaptive-CS-Net<sup>15,16</sup>. La Figure 5 fournit une représentation graphique de cette implémentation. Le modèle Adaptive-CS-Net a été étudié pour la première fois pour le défi du genou FastMRI organisé par New York Langone Health et Facebook AI Research. Dans ce défi, il a été le mieux noté par un panel de sept lecteurs indépendants sur un ensemble d'images RM du genou<sup>17</sup>. Par rapport à la mise en œuvre du défi, pour Philips SmartSpeed AI, la formation réseau est étendue à un ensemble de données beaucoup plus important pour s'adapter aux différents contrastes d'imagerie et aux différentes régions anatomiques, afin d'assurer que tous les domaines d'application et les contrastes sont couverts pour les examens d'imagerie cartésiens 2D et 3D. Le système Adaptive-CS-Net est appliqué dès le début de la chaîne de reconstruction pour utiliser toutes les données disponibles des éléments d'antenne individuels et pour pouvoir intégrer des connaissances préalables dans l'algorithme. Par exemple, les sensibilités de l'antenne sont disponibles pour l'algorithme, ainsi qu'une régularisation par rapport à la

zone anatomique. Ces informations peuvent être intégrées au réseau d'apprentissage profond lui-même, mais elles présentent deux inconvénients principaux : (1) la taille du réseau deviendra trop importante pour être déployée avec des temps de reconstruction acceptables et (2) la généralisation sur tous les domaines d'application, contrastes et topologies d'antenne deviendra peu pratique. Cela aura une incidence sur la fiabilité de l'algorithme pour reconstruire le contenu réel de l'image.

Tout comme la technologie Compressed SENSE, chaque bloc unique individuel de la chaîne Adaptive-CS-Net est alimenté par les données d'espace k brutes entrantes pour la vérification de la cohérence des données afin de s'assurer de la fiabilité des images de sortie. Dans le cadre du défi FastMRI, tous les finalistes ont utilisé cet aspect de la vérification de la cohérence des données avec les données brutes entrantes dans le cadre de leur méthode, ce qui démontre l'importance de l'exploitation des données au début de la chaîne de reconstruction par rapport aux techniques qui s'appuient uniquement sur les images reconstruites<sup>18</sup>.

### Topologie Adaptive-CS-Network

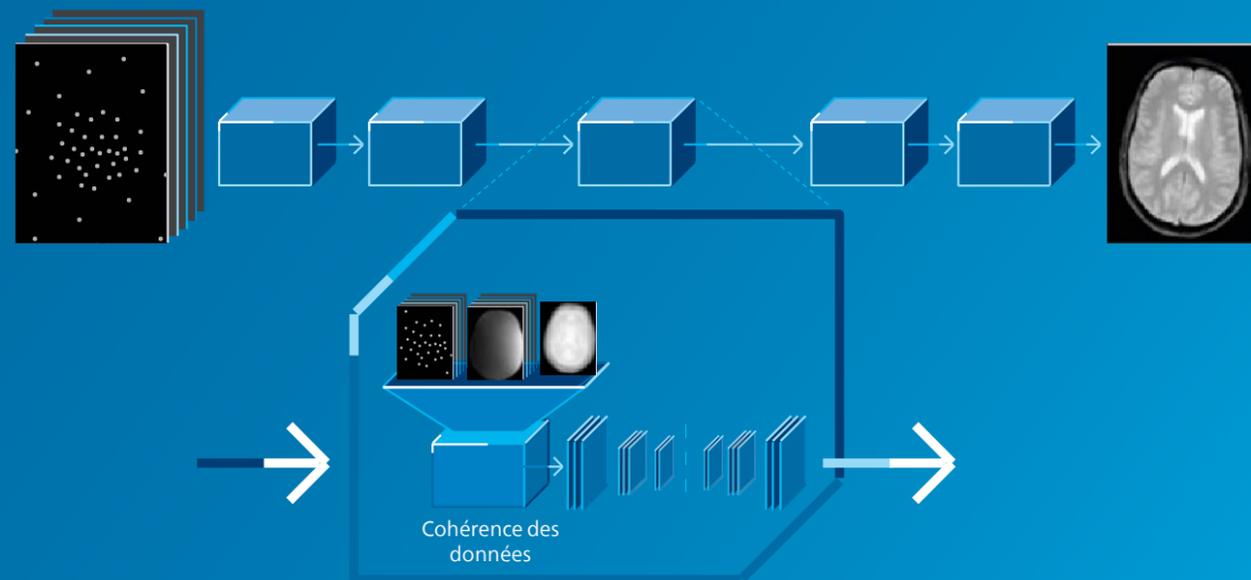


Figure 5 : Schéma de l'approche Adaptive-CS-Net. Le réseau est alimenté par des données brutes de l'espace k, des données de sensibilité d'antenne et des informations générales. Tout est déployé sur un ensemble de blocs réseau uniques et connectés, composé d'une transformation de dispersion à plusieurs échelles apprise sur le résiduel. La vérification de la cohérence des données avec les données brutes entrantes est effectuée pour chaque bloc individuel. De plus, la connaissance préalable des informations de contexte est fournie pour limiter l'inversion effectuée. À cet égard, les fonctions essentielles de Compressed SENSE sont intégrées pour obtenir une reconstruction finale qui bénéficie des principes de l'imagerie parallèle, de la détection compressée et des technologies d'apprentissage profond.

## Pourquoi le modèle d'échantillonnage est-il important ?

Jusqu'à présent, nous nous sommes principalement concentrés sur la reconstruction et le traitement dans la chaîne d'imagerie, car c'est sur ces points que se focalisent les solutions d'IA. Cependant, tout commence par l'acquisition, car le modèle d'échantillonnage joue également un rôle crucial. Le bon modèle d'échantillonnage permet d'obtenir une qualité d'image de reconstruction optimale, car il équilibre les informations haute et basse fréquence pour préserver les détails<sup>18</sup>. Comme le système Adaptive-CS-Net est entraîné pour une dispersion à plusieurs échelles, il bénéficie le plus d'un schéma d'échantillonnage favorisant les dispersions. Il a déjà été prouvé que le modèle d'échantillonnage équilibré,

continu et non uniforme de Compressed SENSE est capable de répondre à ce critère. Des schémas d'échantillonnage classiques peuvent également être utilisés, mais les capacités d'accélération seront plus limitées, car des artefacts de sous-échantillonnage se produiront déjà avec des facteurs d'accélération plus faibles. Les capacités de débruitage des mises en œuvre d'apprentissage profond qui agissent sur des données échantillonnées habituelles peuvent être similaires, mais les artefacts de changement de dénomination gêneront la qualité d'image et, par conséquent, les capacités d'accélération, voir Figure 6.

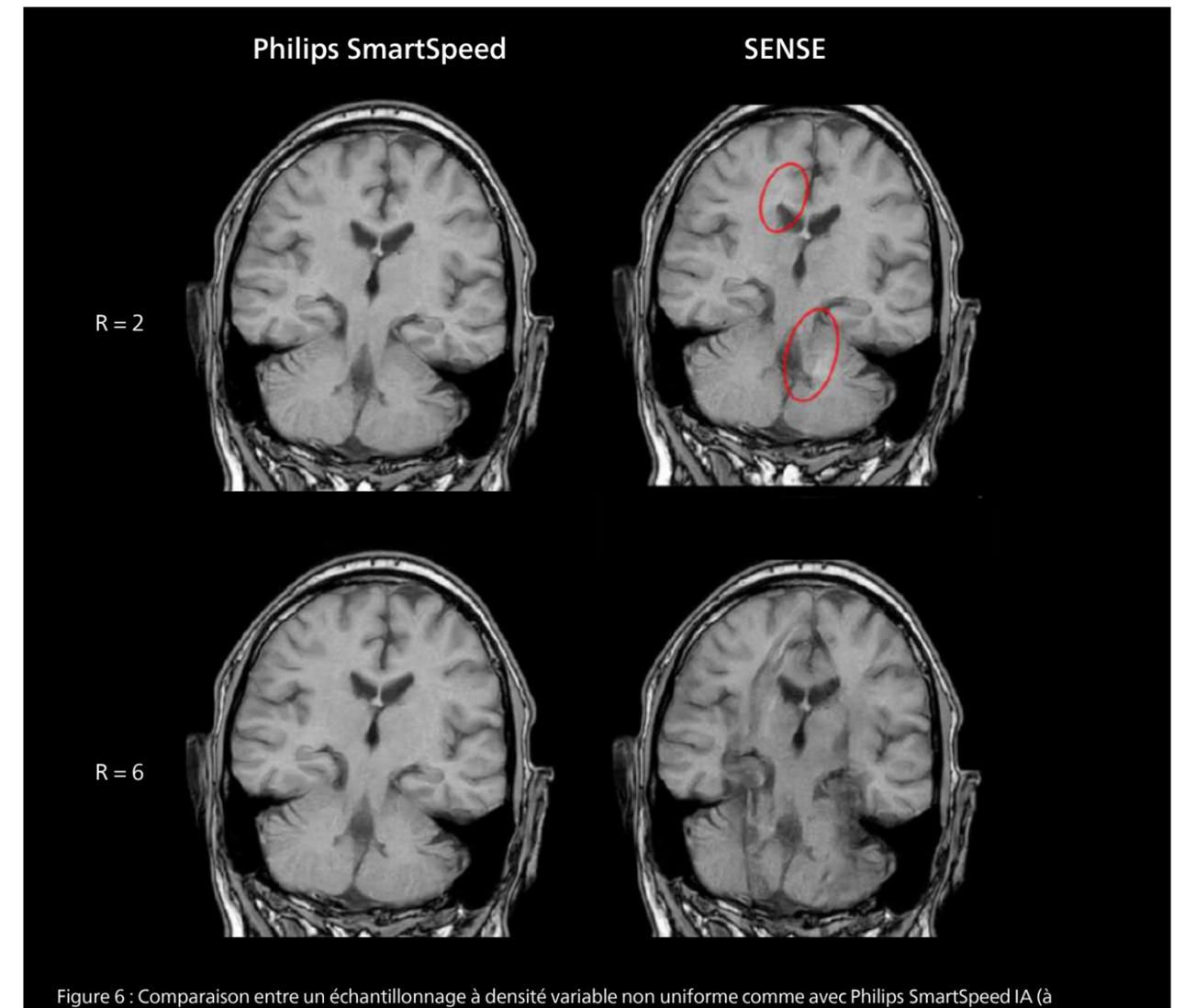


Figure 6 : Comparaison entre un échantillonnage à densité variable non uniforme comme avec Philips SmartSpeed IA (à gauche) et un schéma d'échantillonnage classique avec la reconstruction basée sur Adaptive-CS-Net (à droite) pour un facteur d'accélération de 2 (en haut) et 6 (en bas). Pour les deux schémas d'échantillonnage, une réalisation unique du réseau a été effectuée, dans laquelle le schéma d'échantillonnage a été pris en compte pour former la réalisation du bruit. Les images montrent qu'une puissance de débruitage comparable est obtenue. Cependant, ces artefacts de sous-échantillonnage existent sous le facteur d'accélération (R=2) avec le schéma d'échantillonnage régulier tandis qu'avec Philips SmartSpeed AI, même avec un facteur d'accélération plus élevé (R=6), il est possible de récupérer une bonne qualité d'image à partir du même taux de sous-échantillonnage en raison de la combinaison du schéma d'échantillonnage et de la reconstruction basée sur l'IA.

## Qu'est-ce qui rend Philips SmartSpeed AI unique ?

### Technologie d'apprentissage profond Adaptive-CS-Net appliquée au début de la chaîne de reconstruction

La solution Philips SmartSpeed AI est entièrement intégrée au moteur d'accélération d'acquisition et de reconstruction et Adaptive-CS-Net est formé pour couvrir tous les domaines anatomiques et contrastes d'image sur une large gamme de facteurs d'accélération et de résolutions. Cela rend la solution Philips SmartSpeed AI aussi polyvalente que Compressed SENSE, ce qui est inégalé dans la gamme d'applications. Elle peut être appliquée dans n'importe quelle zone anatomique pour tous les contrastes pour les séquences 2D et 3D, y compris la sortie d'images complexes. Cette dernière offre l'avantage de pouvoir appliquer toutes les étapes de traitement d'image. Par conséquent, Philips SmartSpeed

AI est par exemple compatible avec mDixon, SWI et PCA. La fidélité des images est maintenue par la cohérence inhérente des données du déploiement d'Adaptive-CS-Net.

### Modèle d'échantillonnage unique

Le sous-échantillonnage unique à densité variable non uniforme est conçu pour favoriser l'incohérence qui est entraînée dans le système Adaptive-CS-Net. Contrairement à d'autres techniques d'IA existantes, l'accélération est réalisée par un sous-échantillonnage réel et non par une réduction de l'extension de l'espace k ou du NSA. L'échantillonnage accéléré de l'intégralité de l'extension de l'espace k fournit une véritable résolution dans des temps d'examen plus courts.

## Plate-forme de calcul et interface pour le déploiement de l'innovation IA

La solution Philips SmartSpeed est livrée avec une unité de traitement graphique (GPU) pour les temps de reconstruction à la volée avec la structure de reconstruction Philips SmartSpeed. Les GPU sont bien équipés pour le traitement des algorithmes d'apprentissage profond, pour la formation du modèle comme pour le déploiement. La configuration modulaire de la chaîne de reconstruction avec la plate-forme Recon2.0 permet une intégration facile de n'importe quel algorithme ou n'importe quelle étape de traitement directement sur le scanner. Cela permet également de déployer directement sur le scanner des étapes de reconstruction d'apprentissage profond de conception personnelle. En outre, l'interface de traitement d'image PRIDE permet de lancer n'importe quel algorithme d'apprentissage profond de post-traitement de conception personnelle basé sur les données provenant d'un ou plusieurs examens d'imagerie. Le lancement démarre automatiquement une fois les examens d'imagerie pertinents terminés et effectués sur le matériel informatique à connecter à l'ordinateur du scanner.

## Quels sont les avantages cliniques de Philips SmartSpeed AI ?

La solution Philips SmartSpeed AI offre une imagerie plus rapide, une sensibilité aux mouvements réduite et une résolution plus élevée en échantillonnant l'ensemble de l'espace k pour capturer les informations haute fréquence. La prise en charge de plusieurs contrastes pour les examens d'imagerie 2D et 3D ainsi que des informations dérivées telles que l'imagerie sans graisse avec mDixon assure des temps d'acquisition plus courts pour les examens d'imagerie uniques, mais également une durée totale d'examen réduite. Cela est évidemment bénéfique pour le confort et l'observance du patient. Grâce à la nouvelle conception du système Adaptive-CS-Net, Philips SmartSpeed AI est jusqu'à 3 fois plus rapide que l'imagerie parallèle classique et peut

augmenter la résolution jusqu'à 65 %\* pour offrir une qualité d'image exceptionnelle pour la fiabilité du diagnostic. Le schéma d'échantillonnage non uniforme à densité variable permet d'accélérer les acquisitions avec la couverture de l'espace k dans toute la mesure, de sorte que les fréquences plus élevées (et donc les détails anatomiques) sont capturées. Il en résulte des images réellement haute résolution dans lesquelles les structures fines peuvent être discriminées.

Des exemples des performances de Philips SmartSpeed IA sont disponibles sur les pages suivantes.

\* Par rapport à l'imagerie échographique parallèle conventionnelle (SENSE)

“ Je pense que Philips SmartSpeed est particulièrement utile pour l'imagerie haute résolution. L'excellente capacité de débruitage de Philips SmartSpeed permet d'obtenir des images avec une résolution extrêmement élevée sans augmenter la durée d'acquisition. Ceci est particulièrement important, par exemple, pour la représentation de petites lésions dans le système vasculaire.”

Takashige Yoshida,  
RT, Ph.D.  
Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo

“ La reconstruction Philips SmartSpeed basée sur l'IA est, pour nous, la nouvelle référence en matière de techniques d'accélération. Elle améliore Compressed SENSE à tous les niveaux et permet une réduction supplémentaire de 30 % des temps d'acquisition sans compromettre l'excellence de la qualité d'image ni la fiabilité du diagnostic.”

Dr Bratke,  
Radiologue – Expert en imagerie musculo-squelettique à l'hôpital universitaire de Cologne

## Cerveau : environ 50 % de réduction du temps d'examen pour les examens 2D et 3D\*

### Accélération classique. Durée de l'examen : 16:32 min



TSE T2w 2D axiale  
0,6 x 0,75 x 5,0 mm  
2:31 min

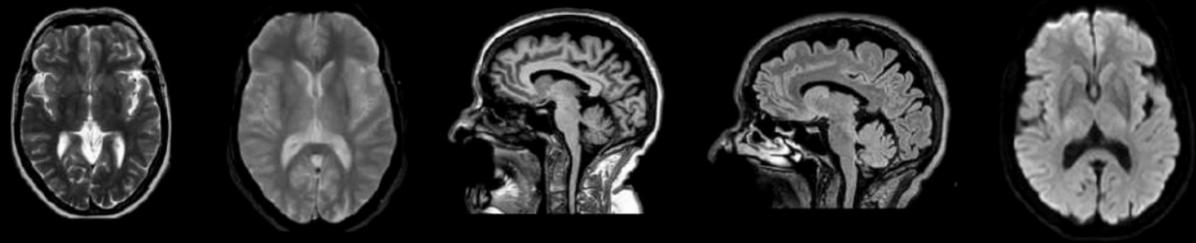
FFE T2w 2D axiale  
0,9 x 1,1 x 5,0 mm  
3:32 min

TFE T1w 3D  
1,1 x 1,1 x 1,1 mm  
5:11 min

3D BrainView FLAIR  
1,2 x 1,2 x 1,2 mm  
4:43 min

DWI b1000  
1,5 x 2,0 x 5,0 mm  
35 s

### Philips SmartSpeed AI. Durée de l'examen : 8:32 min



TSE T2w 2D axiale  
0,6 x 0,75 x 5,0 mm  
1:25 min

FFE T2w 2D axiale  
0,9 x 1,1 x 5,0 mm  
2:00 min

TFE T1w 3D  
1,1 x 1,1 x 1,1 mm  
2:08 min

3D BrainView FLAIR  
1,2 x 1,2 x 1,2 mm  
2:24 min

DWI b1000  
1,5 x 2,0 x 5,0 mm  
35 s

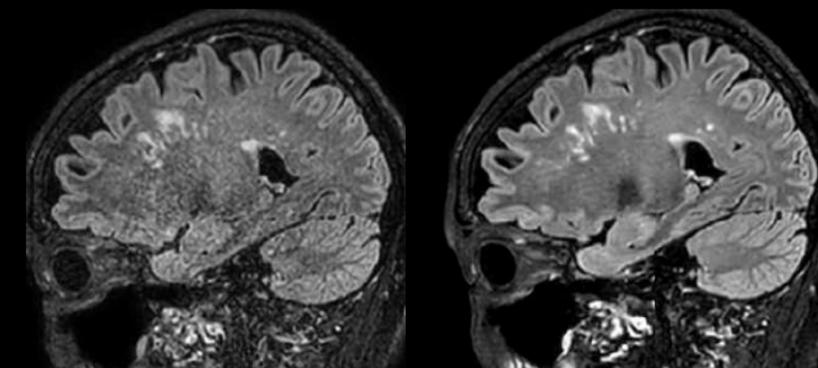
Ingenia Ambition 1.5T

\* Par rapport à l'imagerie parallèle conventionnelle (SENSE)

## Cerveau – amélioration de la qualité d'image

### Accélération classique

### Philips SmartSpeed AI



FLAIR 3D  
1,1 x 1,1 x 1,1 mm  
Facteur de réduction 10  
2:16 min

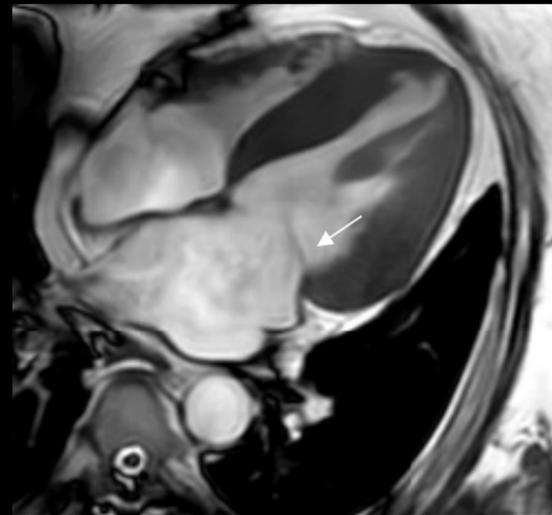
FLAIR 3D  
1,1 x 1,1 x 1,1 mm  
Facteur de réduction 10  
2:24 min

Avec l'autorisation de : Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Cardiaque : amélioration de la qualité d'image

Accélération classique

Philips SmartSpeed AI



Ciné bTFE  
1,6 x 1,9 x 8,0 mm  
Facteur de réduction 4  
4,2 s

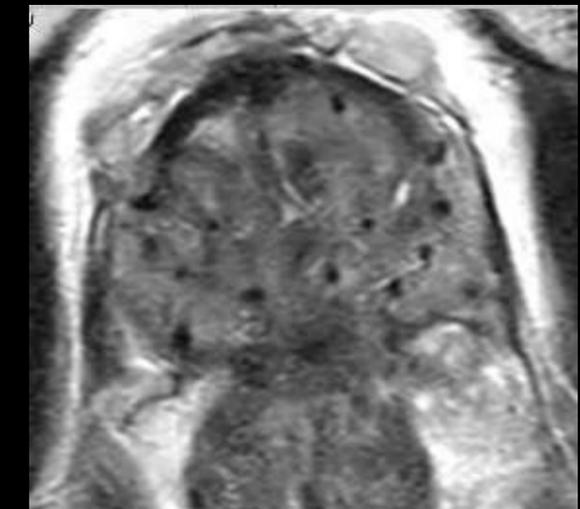
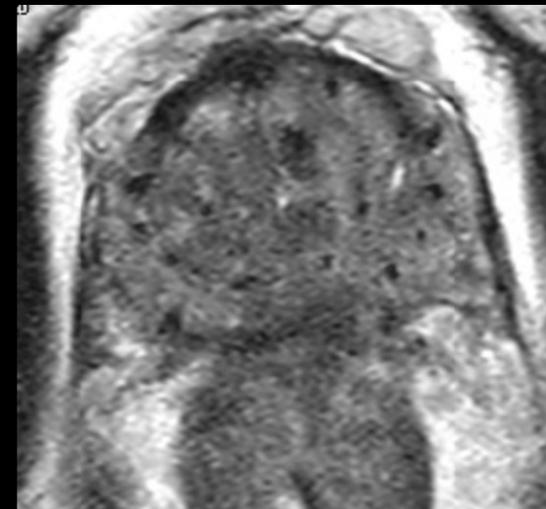
Ciné bTFE  
1,6 x 1,9 x 8,0 mm  
Facteur de réduction 4  
4,2 s

Avec l'autorisation de : Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Prostate avec grains de curiethérapie : réduction du temps d'acquisition

Accélération classique

Philips SmartSpeed AI



T2w TSE axiale  
0,40 x 0,62 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
3:04 min

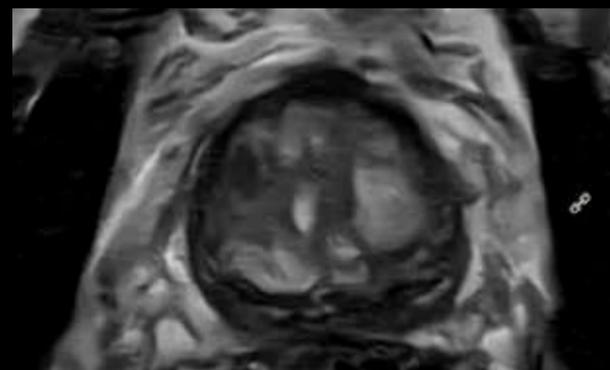
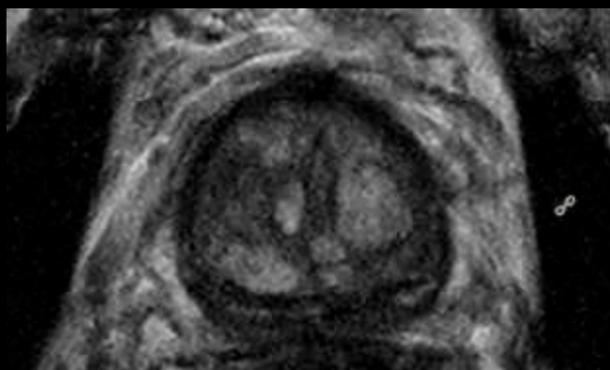
T2w TSE axiale  
0,40 x 0,62 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 3,0  
2:15 min

Avec l'autorisation de : Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Prostate : réduction du temps d'acquisition

Compressed SENSE

Philips SmartSpeed AI



T2w TSE axiale  
0,46 x 0,50 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 1,7  
**4:45 min**

T2w TSE axiale  
0,46 x 0,50 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 4,8  
**1:59 min**

Avec l'autorisation de : Université technique de Munich, Allemagne. Ingenia Elition X 3.0T

## Rachis : réduction du temps d'acquisition, jusqu'à 3 fois plus rapide

Accélération classique

Philips SmartSpeed AI

Accélération classique

Philips SmartSpeed AI



2D TSE T1w sagittale  
0,8 x 1,0 x 4,0 mm  
3:13 min

2D TSE T1w sagittale  
1,0 x 1,0 x 4,0 mm  
1:16 min

2D TSE T2w sagittale  
0,8 x 1,0 x 4,0 mm  
3:03 min

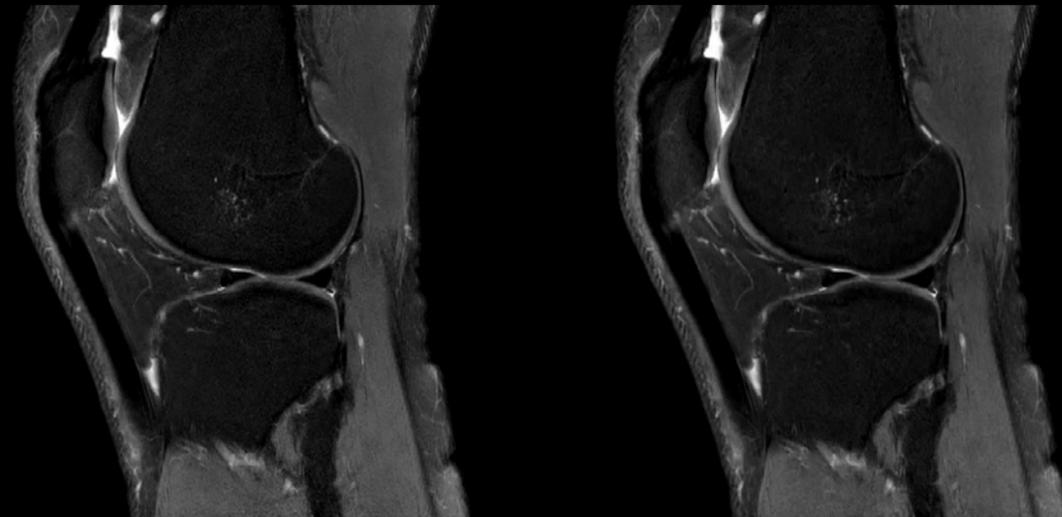
2D TSE T2w sagittale  
1,0 x 1,0 x 4,0 mm  
0:59 min

Ingenia Ambition 1.5T

Accélération classique = Philips SENSE

## Genou : réduction du temps d'acquisition

Compressed SENSE      Philips SmartSpeed AI



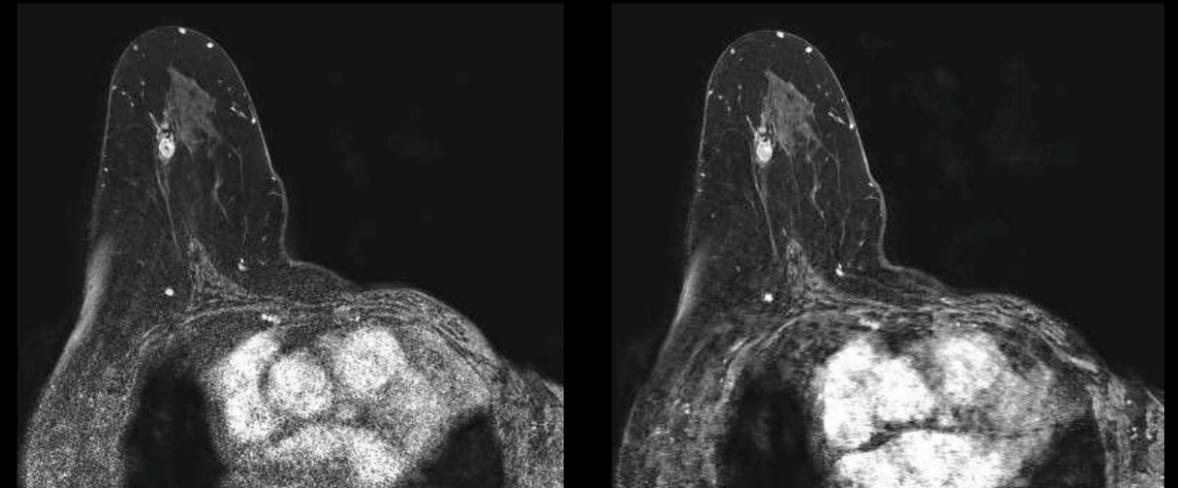
2D PDw TSE FatSat sagittale  
0,35 x 0,43 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
**2:45 min**

2D PDw TSE FatSat sagittale  
0,35 x 0,43 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 3,0  
**1:54 min**

Avec l'autorisation de : Hôpital universitaire de Cologne, Allemagne. Ingenia 3,0 T

## Cancer du sein : réduction du temps d'acquisition

Accélération classique      Philips SmartSpeed AI



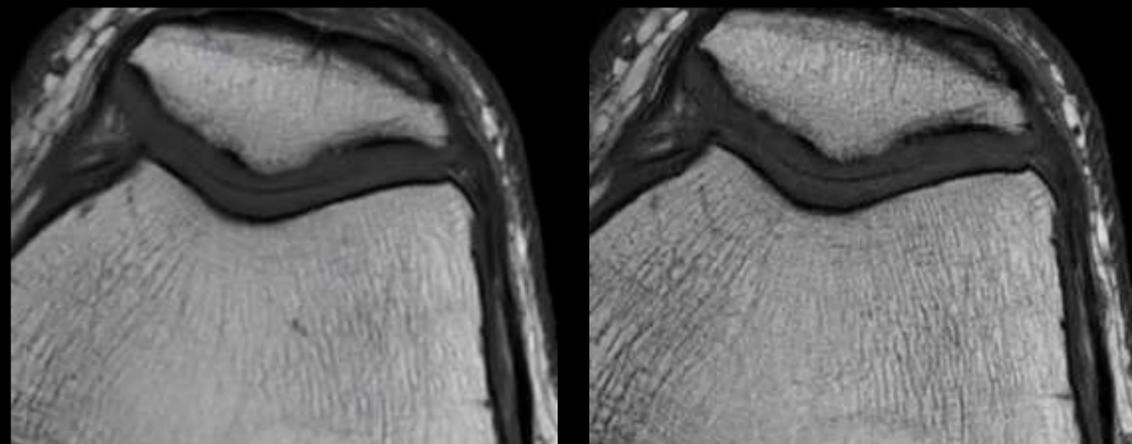
T1w 3D mDixon post-contraste  
0,7 x 0,7 x 0,7 mm  
Facteur de réduction 4,0  
4:34 min

T1w 3D mDixon post-contraste  
0,40 x 0,62 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 8,0  
2:02 min

Avec l'autorisation de : Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Genou : résolution plus élevée dans un temps d'acquisition similaire

Accélération classique      Philips SmartSpeed AI



TSE T1w 2D axiale  
0,42 x 0,48 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 1,2  
2:17 min

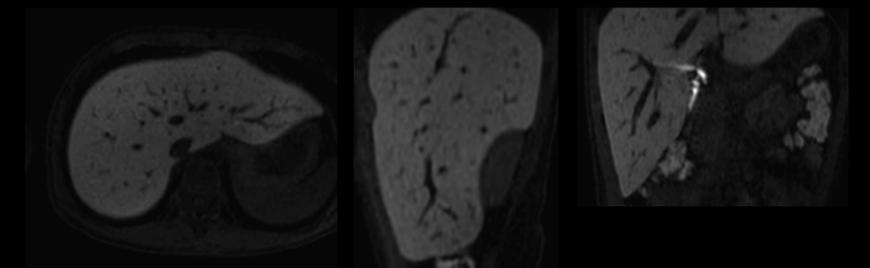
TSE T1w 2D axiale  
0,34 x 0,34 x 2,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
2:08 min

Ingenia Elition X 3.0T

## Foie en phase hépatobiliaire : résolution isotrope 3D plus élevée dans la même durée d'apnée

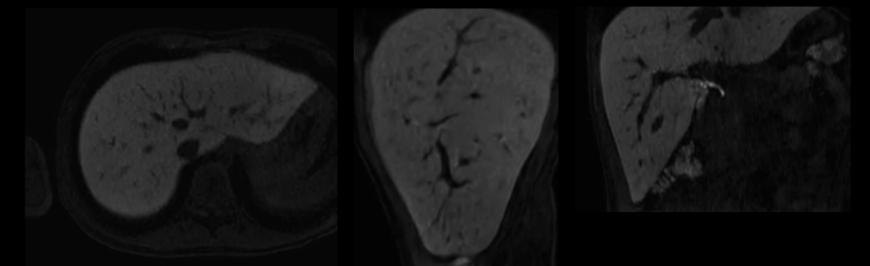
Compressed SENSE

1,45 x 1,45 x 2,0 mm  
Facteur de réduction 8  
13 s



Philips SmartSpeed AI

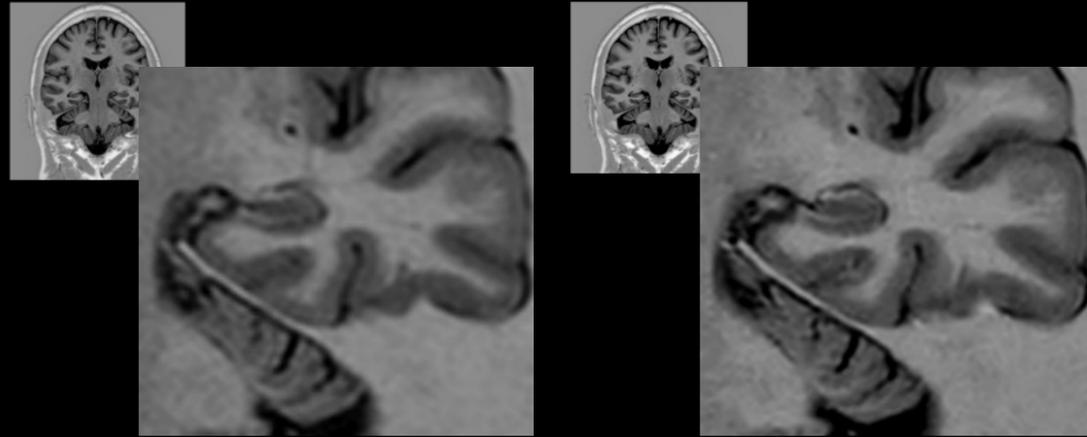
1,2 x 1,2 x 1,2 mm  
Facteur de réduction 12  
13 s



Avec l'autorisation de : Korea University Guro Hospital, Séoul, Corée. Ingenia Elition X 3.0T

## Hippocampe : résolution plus élevée dans un temps d'acquisition similaire

Accélération classique    Philips SmartSpeed AI



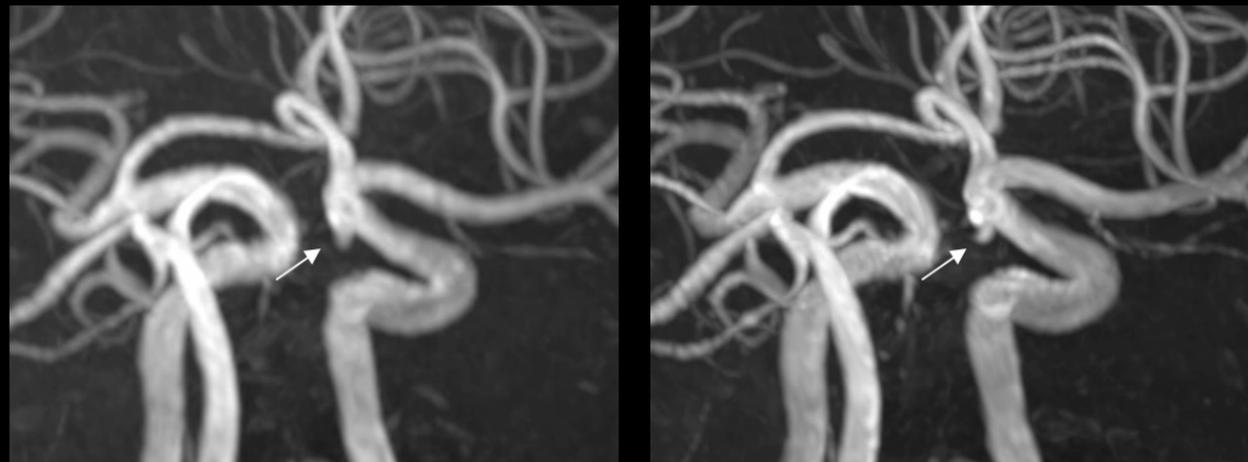
IR T1W 2D  
0,8 x 1,0 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 1,1  
4:57 min

IR T1W 2D  
0,6 x 0,7 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 2,1  
4:05 min

Ambition 1,5T, antenne tête DS

## Suspicion d'anévrisme cérébral : résolution plus élevée dans un temps d'acquisition similaire

Compressed SENSE    Philips SmartSpeed AI



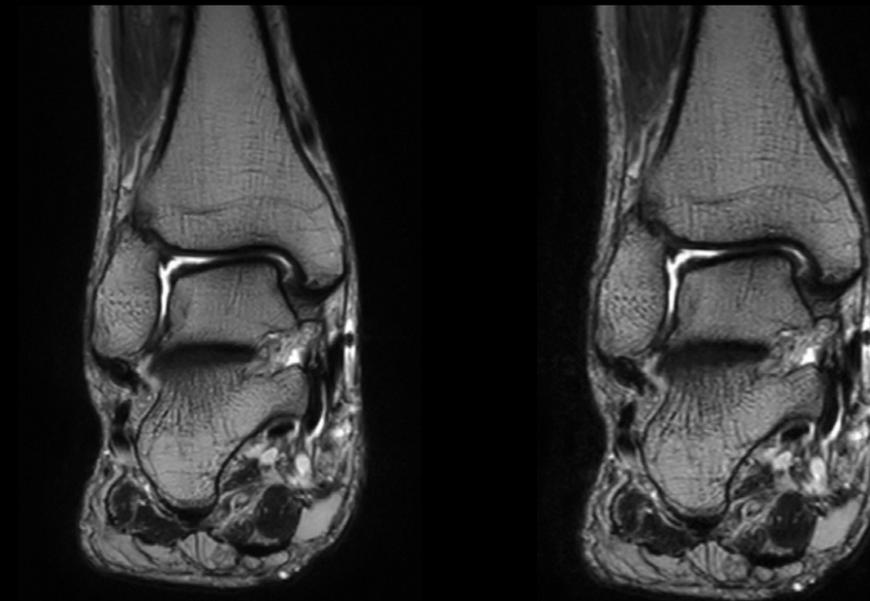
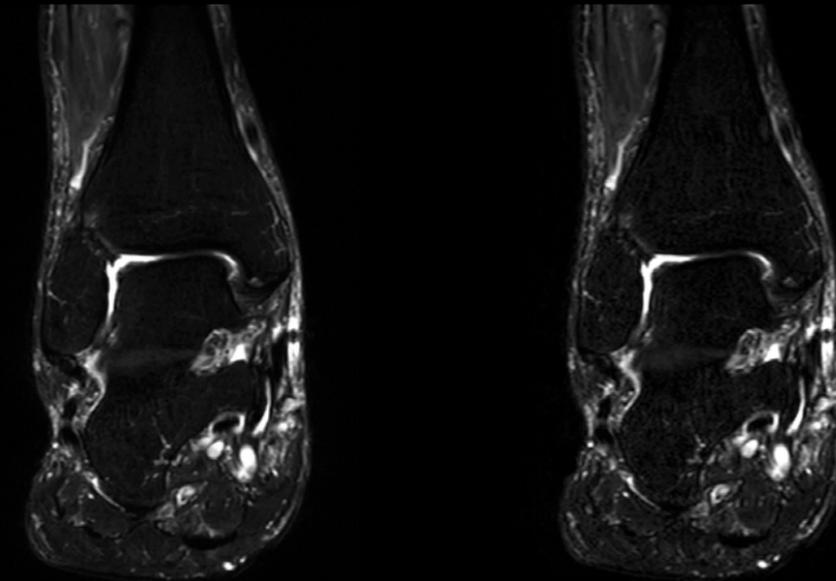
3D TOF  
0,5 x 0,8 x 1,1 mm  
Facteur de réduction 4,0  
3:51 min

3D TOF  
0,4 x 0,4 x 0,8 mm  
Facteur de réduction 5,4  
3:49 min

Avec l'autorisation de : Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Cheville : réduction du temps d'acquisition

Accélération classique    Philips SmartSpeed AI



TSE avec IP T2w coronale 2D mDixon  
0,5 x 0,8 x 2,5 mm  
Facteur de réduction 1,5 / 2 NSA  
**4:59 min**

TSE avec IP T2w coronale 2D mDixon  
0,5 x 0,8 x 2,5 mm  
Facteur de réduction 2,1 / 1 NSA  
**1:44 min**

# Philips SmartSpeed MotionFree : une solution unique pour des images rapides et fluides

Avec la technologie Philips SmartSpeed MotionFree, plus besoin de faire le choix entre une acquisition fiable en cas de mouvement d'un côté, et la rapidité et le contraste de l'autre. Comme nous l'avons déjà expliqué en introduction, le mouvement est l'une des principales sources de gêne dans la pratique quotidienne de l'IRM, entraînant une perte de confiance dans le diagnostic, la nécessité de procéder à des rescans et, par conséquent, des procédures d'examen plus longues. Cela indique clairement la nécessité d'un examen d'imagerie rapide et performant même en cas de mouvement. Avec Philips SmartSpeed MotionFree, l'accélération de la reconstruction Compressed SENSE et la stratégie d'acquisition de mouvement performante de MultiVane XD sont combinées pour assurer une qualité d'image diagnostique dans des conditions

difficiles avec de nombreux patients en mouvement physiologique ou agités, dans des temps d'acquisition comparables à l'équivalent sans compensation de mouvement. Philips SmartSpeed MotionFree réduit les mouvements bruts, les mouvements respiratoires et les artefacts de pulsativité dans plus de 90 % des cas par rapport à l'imagerie cartésienne. Cette section explique comment l'acquisition et la reconstruction Philips SmartSpeed MotionFree sont construites afin de réaliser les mêmes contrastes et le même aspect que les acquisitions cartésiennes classiques. La configuration pour une conversion facile à la volée de cartésienne à Philips SmartSpeed MotionFree est expliquée, et des exemples cliniques sont fournis sur plusieurs domaines d'application.

## Qu'est-ce qui rend la solution Philips SmartSpeed MotionFree performante même en cas de mouvement ?

Philips SmartSpeed MotionFree utilise la trajectoire de l'espace k MultiVane XD comme base pour la fiabilité même en cas de mouvement. Cette technique consiste en de nombreuses lignes de l'espace k cartésien qui sont regroupées, ce qui entraîne une "lame", et pivotées autour du centre de l'espace k (illustré dans la case violette de la Figure 7). Il y a une zone circulaire centrale de l'espace k, avec un diamètre égal à la largeur de chaque lame. Cette zone de chevauchement est échantillonnée par chacune des lames.

L'effet de moyenne intrinsèque obtenu par ces profils se chevauchant dans l'espace k contribue à réduire les artefacts de mouvement physiologiques tels que la respiration ou la déglutition. En outre, les données de cette zone peuvent être utilisées pour reconstruire une image basse résolution pour chaque lame. En comparant ces images par paire à l'aide d'une technique de corrélation, le mouvement relatif entre la paire de lames peut être quantifié et supprimé de la reconstruction finale<sup>19</sup>. Toutes ces fonctionnalités contribuent à rendre la solution Philips SmartSpeed MotionFree performante même en cas de mouvement.

## Comment le schéma d'échantillonnage s'adapte-t-il à la reconstruction Compressed SENSE ?

Le schéma d'échantillonnage de Philips SmartSpeed MotionFree est parfaitement adapté à la reconstruction Compressed SENSE dans le moteur Philips SmartSpeed. La densité d'échantillonnage diminue vers les parties extérieures de l'espace k, fournissant une forme naturelle

de densité variable, tandis que l'échantillonnage non cartésien favorise également l'incohérence. La réduction du temps d'exploration est naturellement obtenue en réduisant le nombre total de profils acquis, tout en créant un modèle d'échantillonnage lisse et incohérent.

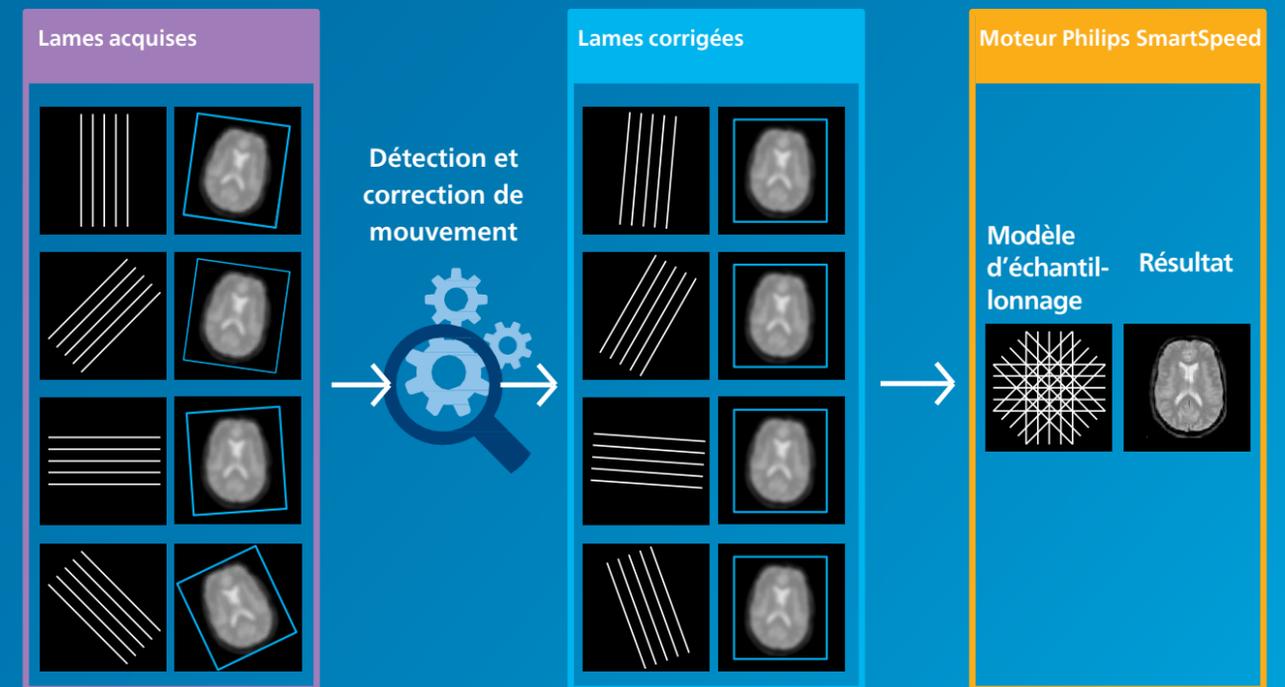


Figure 7 : Représentation schématique de la fiabilité en cas de mouvement de Philips SmartSpeed MotionFree. Un schéma d'acquisition au niveau des lames est effectué, après quoi le mouvement est détecté et corrigé entre les lames individuelles. Les données de correction des mouvements sont transmises au moteur Philips SmartSpeed.

## Où puis-je utiliser Philips SmartSpeed MotionFree ?

Philips SmartSpeed MotionFree est une technique multicoupe 2D qui peut être appliquée dans toutes les anatomies pour tous les patients. Cette solution est particulièrement avantageuse pour les patients qui ne peuvent pas rester immobiles pendant l'examen ou qui subissent des mouvements involontaires. Cette technique est également utile pour les zones anatomiques où un mouvement est très susceptible de se produire, par exemple les mouvements respiratoires au niveau de l'épaule et de l'abdomen, la déglutition au niveau de la tête et du cou ou les mouvements péristaltiques au niveau du bassin. Tous les contrastes cliniquement pertinents peuvent être obtenus, ce qui permet un examen complet avec Philips SmartSpeed MotionFree. L'imagerie pondérée en T1, T2 standard et les séquences pondérées en densité

protonique peuvent être réalisées avec la prise en charge de pré-impulsions comme la saturation de graisse (SPAIR/SSIR) ou STIR. Philips SmartSpeed MotionFree permet de produire des images réelles pour des applications telles que la détection de lésions corticales dans le cerveau et de lésions de sclérose en plaques dans la colonne vertébrale, ou l'analyse de la myélinisation de la substance blanche dans le cerveau pédiatrique. Il est également compatible avec mDixon, pour lequel une approche 2pt efficace est utilisée pour réaliser des images d'eau, de graisse, en phase et hors phase<sup>20</sup>. Enfin, la majorité des examens d'imagerie effectués sont des séquences de type TSE, mais avec Philips SmartSpeed MotionFree, il est également possible d'utiliser l'écho de gradient rapide (FFE).

## Comment les contrastes multiples sont-ils réalisés ?

Comme pour l'examen d'imagerie cartésienne normale, les protocoles peuvent être entièrement optimisés pour obtenir des temps d'écho et de répétition optimaux, un espacement d'écho, etc. Cependant, contrairement à l'examen d'imagerie cartésienne, presque tous les profils d'une exposition unique TSE passent près du centre de l'espace k, ce qui peut avoir un impact sur le contraste de l'image. Pour compenser cet effet, dans Philips SmartSpeed MotionFree, une pondération est attribuée aux profils

en reconstruction par rapport au temps d'écho souhaité. Les données de paramètres au temps d'écho souhaité ont la pondération la plus élevée et déterminent le contraste final. De cette façon, la reconstruction itérative du moteur Philips SmartSpeed est pleinement exploitée, car la pondération des profils est intégrée à l'étape de cohérence des données pour chaque élément d'antenne.

## Puis-je facilement convertir les protocoles cartésiens existants vers Philips SmartSpeed MotionFree ?

La conversion d'un protocole cartésien vers un protocole non cartésien n'a jamais été aussi simple qu'avec Philips SmartSpeed MotionFree. La commutation s'effectue via le paramètre Mode d'acquisition de Cartésien à MotionFree. Tous les paramètres de séquence, tels que le schéma d'échantillonnage et les pondérations de reconstruction pour un contraste optimal, sont automatiquement optimisés pour obtenir le même aspect et la même sensation que les acquisitions cartésiennes. Par exemple, le critère Nyquist non cartésien est pris en compte en fonction

du champ de vision (FOV) suréchantillonné planifié, de sorte que la largeur de la zone de lame superposée est automatiquement optimisée. En outre, Philips SmartSpeed MotionFree prend en charge la planification de FOV rectangulaire, le sur-échantillonnage asymétrique défini par l'utilisateur dans les directions de codage de phase et de lecture, ainsi que la sélection de la direction de décalage eau-graisse préférée. La planification pour l'opérateur est ainsi similaire à la configuration d'une acquisition cartésienne.

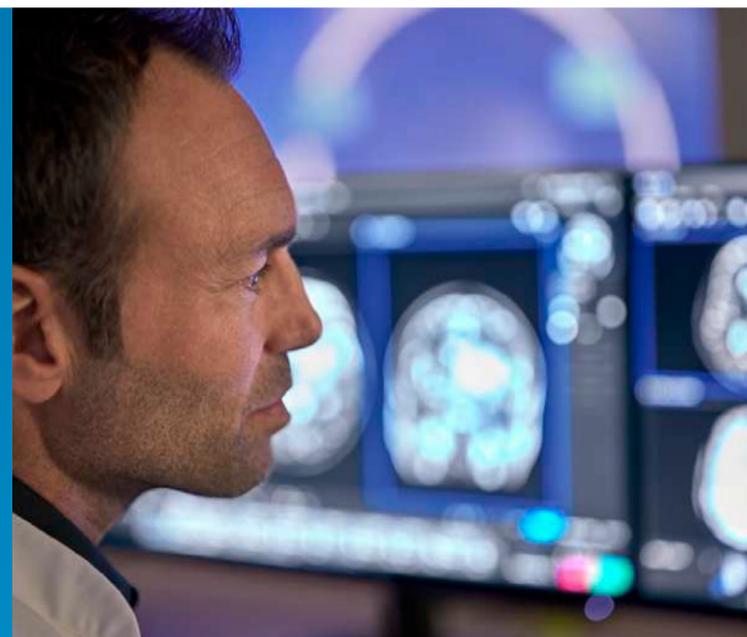
## Quels sont les avantages cliniques de Philips SmartSpeed MotionFree ?

Les acquisitions multicoupe performantes même en cas de mouvement sont disponibles depuis un certain temps. Les inconvénients étaient le manque de disponibilité des contrastes et le temps nécessaire pour les acquérir. Philips SmartSpeed MotionFree comble ces deux lacunes. En outre, les artefacts de mouvement sont réduits tandis que l'apparence de l'image par rapport à l'équivalence cartésienne a été maintenue. Les capacités d'acquisition et de contraste rapides permettent de réaliser un examen complet sur Philips SmartSpeed MotionFree.

Cela évite d'avoir à effectuer des rescans, nécessaires lorsque les patients sont agités ou en présence de mouvements physiologiques involontaires (non contrôlés). Par conséquent, les temps d'examen sont très prévisibles, ce qui réduit les retards potentiels dans la gestion quotidienne. L'expérience patient s'améliore lorsque les examens n'ont pas besoin d'être répétés et que les apnées peuvent être évitées.

Philips SmartSpeed MotionFree est la meilleure technique pour les examens cliniques de routine, car elle est fiable, vraiment sans mouvement et offre une très haute qualité d'image avec des temps d'acquisition rapides. Nous n'avons plus à nous préoccuper de devoir procéder à des rescans ou des examens d'imagerie supplémentaires qui seraient dus aux mouvements des patients.

Prof. M. Niitsu,  
MD PhD  
Université médicale de Saitama, Japon

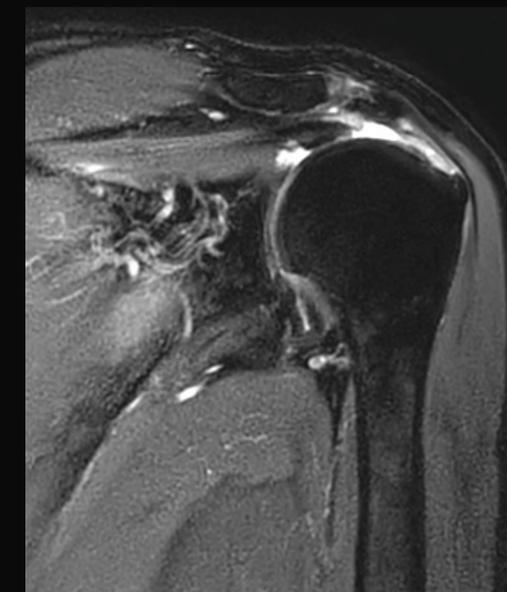


## Lésion de la coiffe des rotateurs de l'épaule – performance même en cas de mouvement pour tous les contrastes

### Acquisition cartésienne classique Philips SmartSpeed MotionFree



FatSat TSE T2w 2D coronale  
0,48 x 0,62 x 3,0 mm  
2:26 min



FatSat TSE T2w 2D coronale  
0,55 x 0,55 x 3,0 mm  
2:20 min



2D PDw TSE coronaire  
0,38 x 0,51 x 3,0 mm  
2:42 min



2D PDw TSE coronaire  
0,45 x 0,45 x 3,0 mm  
2:34 min

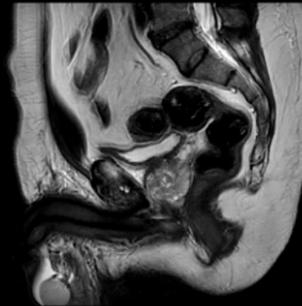
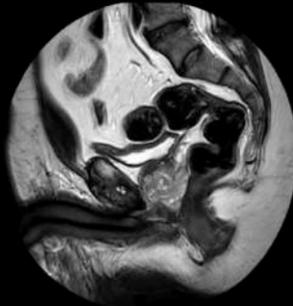
Avec l'autorisation de : Université médicale de Saitama, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Prostate : temps d'acquisition plus courts

MultiVane XD

Philips SmartSpeed MotionFree

2D TSE T2w sagittale  
0,69 x 0,69 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 1,5  
3:37 min



2D TSE T2w sagittale  
0,69 x 0,69 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
2:42 min

TSE T2w 2D axiale  
0,69 x 0,69 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 1,5  
3:51 min



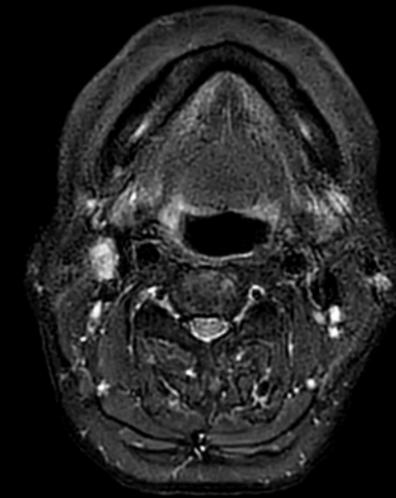
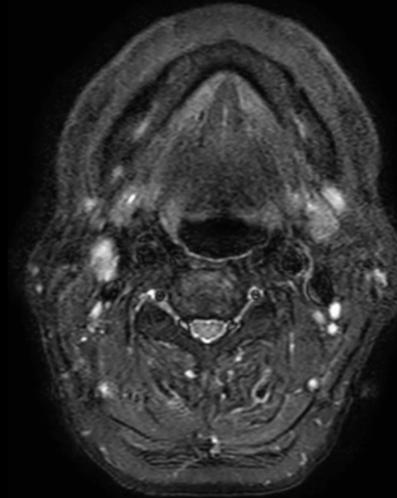
TSE T2w 2D axiale  
0,69 x 0,69 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 2,5  
2:51 min

Avec l'autorisation de : Hôpital universitaire de Bonn, Bonn, Allemagne. Ingenia 3,0 T

## Tumeur de la tête et du cou : imagerie fiable même en cas de mouvement dans un temps d'acquisition similaire

Acquisition cartésienne classique

Philips SmartSpeed MotionFree



STIR 2D axiale  
0,72 x 1,04 x 4,0 mm  
Facteur de réduction 1,2  
2:51 min

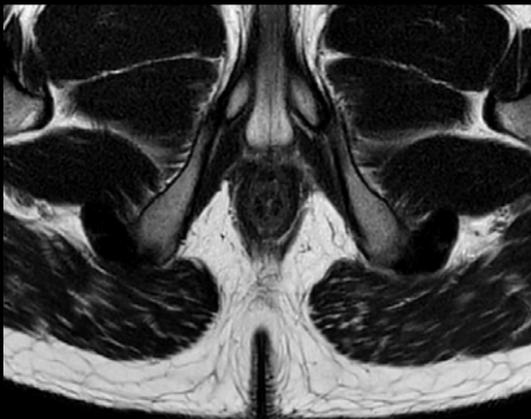
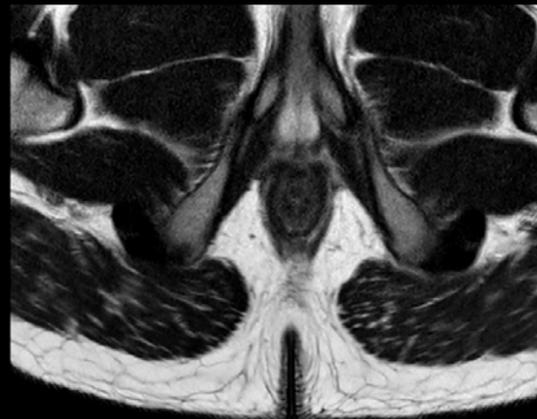
STIR 2D axiale  
0,86 x 0,86 x 4,0 mm  
Facteur de réduction 1,6  
2:55 min

Avec l'autorisation de : Hôpital universitaire de Kumamoto, Japon. Ingenia CX 3.0T

## Fistule rectale : amélioration de la netteté grâce à la fiabilité inhérente même en cas de mouvement

Acquisition cartésienne classique

Philips SmartSpeed MotionFree



TSE T2w 2D axiale  
0,6 x 0,6 x 4,0 mm  
Facteur de réduction 2,2  
3:12 min

TSE T2w 2D axiale  
0,6 x 0,6 x 4,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
3:13

Avec l'autorisation de : Kantonsspital Winterthur, Suisse. Ingenia 1,5 T

## Colonne vertébrale : fiabilité même en cas de mouvement dans un temps d'acquisition similaire

Acquisition cartésienne classique

Philips SmartSpeed MotionFree



STIR 2D coronale  
1,0 x 1,0 x 4,0 mm  
3:34 min

STIR 2D coronale  
1,0 x 1,0 x 4,0 mm  
3:37 min

Ingenia Elition X 3.0T

Accélération classique = Philips SENSE

# Philips SmartSpeed 3D FreeBreathing : imagerie sans apnée rapide

Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing permet l'acquisition de séquences 3D T1 à gradient pondéré sans avoir à retenir la respiration. Cette solution est intrinsèquement performante pour les artefacts de mouvement qui peuvent provenir de la respiration, du

mouvement péristaltique, de la déglutition et de la pulsativité cardiaque. Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing associe la stratégie d'échantillonnage radial du 3DVane XD à Compressed SENSE dans le moteur Philips SmartSpeed.

## Qu'est-ce qui rend la solution Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing performante même en cas de mouvement ?

La solution Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing est basée sur une stratégie d'échantillonnage radiale à pile d'étoiles (SOS). Le SOS radial implique un schéma d'échantillonnage radial dans les directions dans le plan et cartésien dans la direction de coupe. L'imagerie radiale présente des artefacts plus bénins provenant du mouvement que les schémas d'échantillonnage cartésiens, car avec les techniques radiales, le milieu de l'espace k est passé pour chaque rayon et la moyenne du mouvement est calculée.

De plus, les rayons suivants sont acquis avec une distance d'angle d'or angulaire azimutale de telle sorte que le mouvement est réparti au maximum sur l'acquisition totale, ce qui entraîne une réduction supplémentaire des artefacts associés. En outre, des navigateurs respiratoires peuvent être ajoutés pour rejeter des données dans la phase d'inspiration afin de limiter les différences extrêmes dans les états de mouvement qui existent ou pour adapter la position de la coupe afin de tenir compte du mouvement respiratoire détecté.

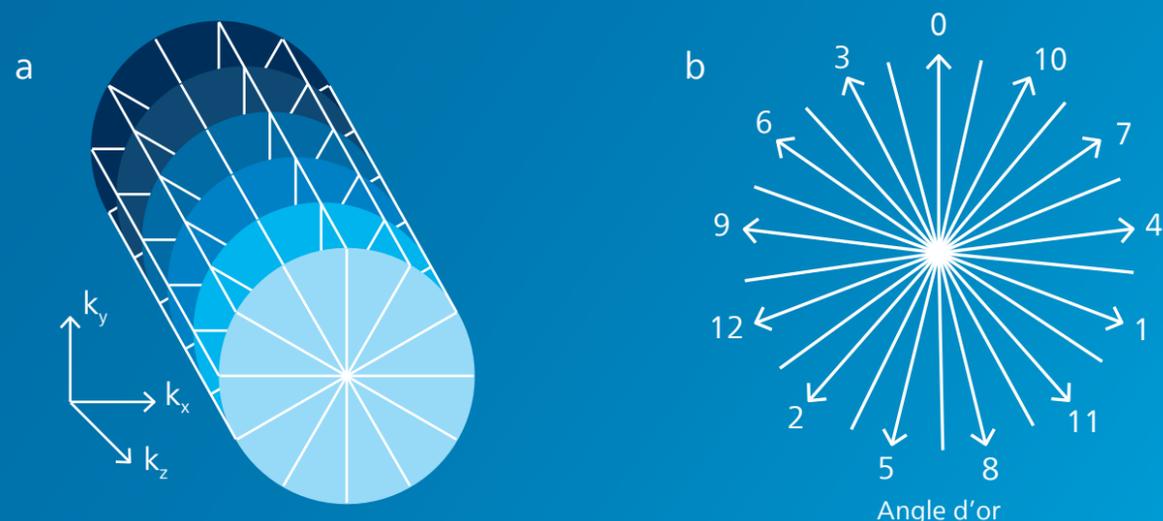


Figure 8 : a) Schéma d'acquisition de la pile d'étoiles radiale (SOS) indiquant une trajectoire radiale dans le plan ( $k_x, k_y$ ) et une trajectoire cartésienne dans le plan ( $k_z$ ). La direction à travers le plan est acquise dans une stratégie de turbo-écho de gradient (TFE) à exposition unique. b) Représentation graphique de l'approche de l'angle d'or dans laquelle un incrément angulaire de 111 degrés est utilisé. Sur le 4<sup>e</sup> rayon, les 360 degrés sont déjà couverts et les états de mouvement sont répartis au maximum sur la couverture de l'espace k.

## Comment l'accélération est-elle obtenue avec Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing ?

Le schéma d'échantillonnage SOS radial 3D est intégré au moteur Philips SmartSpeed. L'accélération dans Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing est obtenue par sous-échantillonnage dans les directions dans le plan et à travers le plan via une réduction des rayons radiaux et des étapes de codage de phase de coupe (Figure 9).

Les artefacts de sous-échantillonnage qui peuvent exister sont traités via le schéma de reconstruction Compressed SENSE. Tout comme Philips SmartSpeed MotionFree, l'échantillonnage radial est intrinsèquement adapté à un tel schéma, car les artefacts de sous-échantillonnage sont par nature incohérents et distribués.

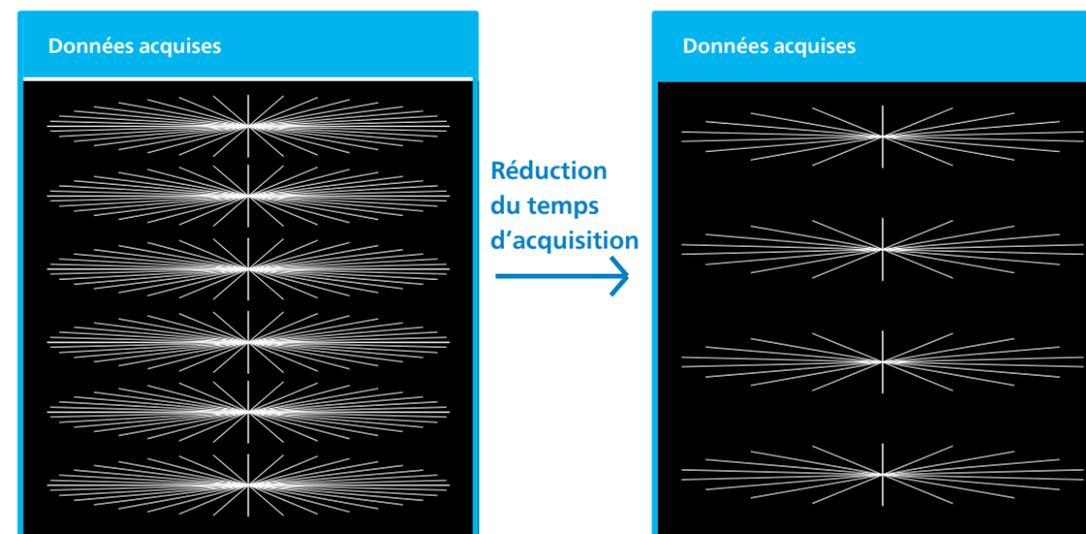


Figure 9 : Représentation visuelle de la réduction des données acquises pour 3DFreeBreathing : un nombre réduit de rayons et un nombre réduit d'étapes de codage de phase de coupe sont acquis.

## Le mDixon peut-il être utilisé avec Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing ?

L'imagerie T1w 3D est le plus souvent réalisée avec suppression de graisse. Outre la suppression spectrale de graisse avec impulsions d'inversion telles que SPAIR ou SPIR, mDixon peut également être utilisé. Un double affichage d'écho avec l'espacement d'écho flexible de mDixon<sup>20</sup> est intégré au schéma d'acquisition SOS radial. L'image en eau seule permet une suppression uniforme

de la graisse sur un grand champ de vision difficile. L'utilisation de mDixon apporte l'avantage supplémentaire que les images FAT ainsi que les contrastes en phase et hors phase sont disponibles. Cela permet une évaluation directe de la teneur en graisse dans les lésions potentielles.

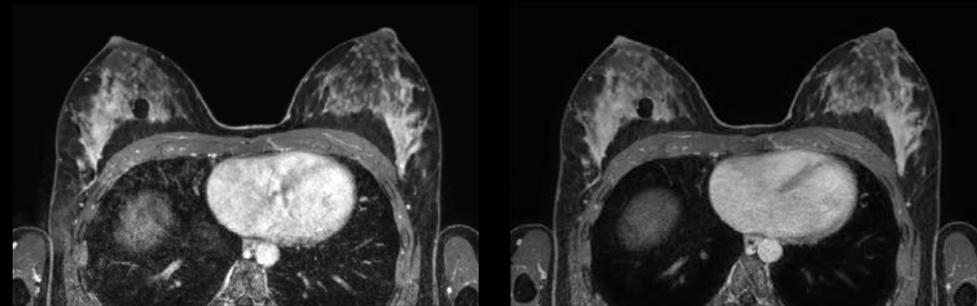
## Quels sont les avantages cliniques de Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing ?

Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing réduit les temps d'acquisition des images 3D pondérées en T1 pré et post-contraste couramment utilisées pour l'imagerie haute résolution dans la partie supérieure de l'abdomen. Avec Philips SmartSpeed 3DFreeBreathing, les temps d'acquisition des examens d'imagerie 3D pondérés en T1 sont similaires à ceux des scanners cartésiens.

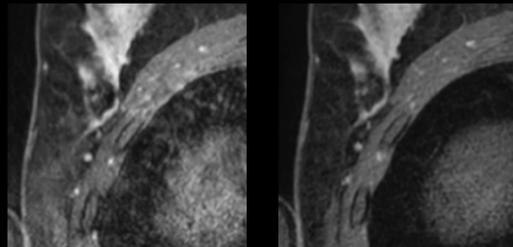
Cela facilite son application sur les domaines d'application où le mouvement est moins important, comme la zone de l'ensemble tête-cou ou le sein. Les artefacts fantômes dus à la déglutition ou aux pulsations cardiaques sont minimisés et les zones telles que l'aisselle pour l'évaluation des ganglions lymphatiques ne sont plus masquées.

**Sein et aisselle : évite les images fantômes de mouvement dans un temps d'acquisition similaire**

Compressed SENSE Philips SmartSpeed 3D FreeBreathing



T1w 3D mDixon post-contraste  
0,8 x 0,8 x 2,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
1:59 min



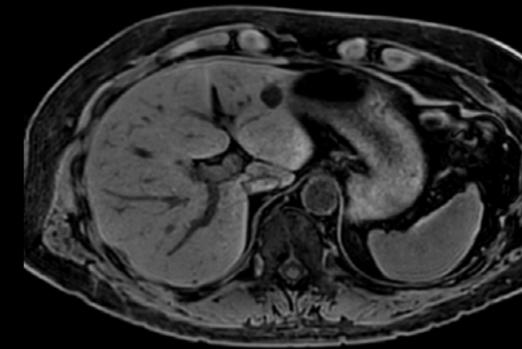
T1w 3D mDixon post-contraste  
0,8 x 0,8 x 2,0 mm  
Facteur de réduction 5,2  
2:03 min

Avec l'autorisation de : Winterthur Kantonsspital, Suisse. Ingenia 1,5 T

**Foie : résolution plus élevée**

Accélération classique

Philips SmartSpeed 3D FreeBreathing



TFE T1w 3D  
1,5 x 1,5 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 1,6  
1:38 min



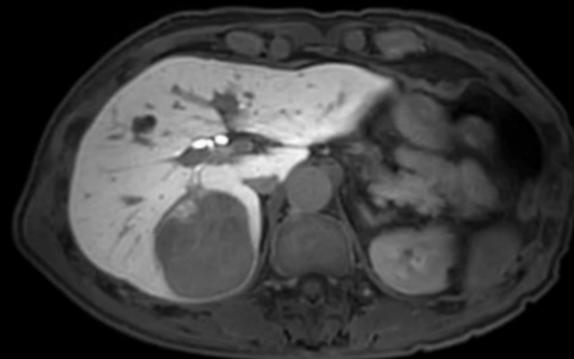
Séquence TFE T1w 3D  
1,1 x 1,1 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 3,2  
1:38 min

Ingenia Elition X 3.0T

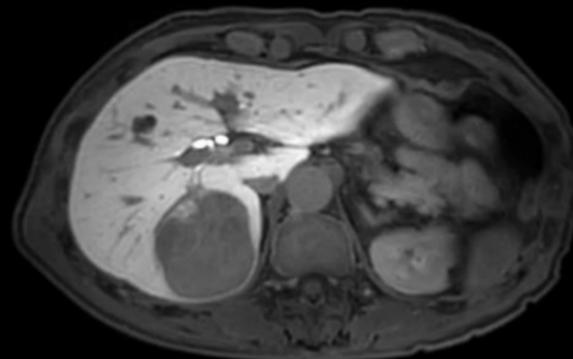
**Foie : temps d'acquisition plus court**

Accélération classique

Philips SmartSpeed 3D FreeBreathing



TFE T1w 3D phase hépatobiliaire  
1,5 x 1,5 x 4 mm  
Facteur de réduction 2,0  
1:16 min



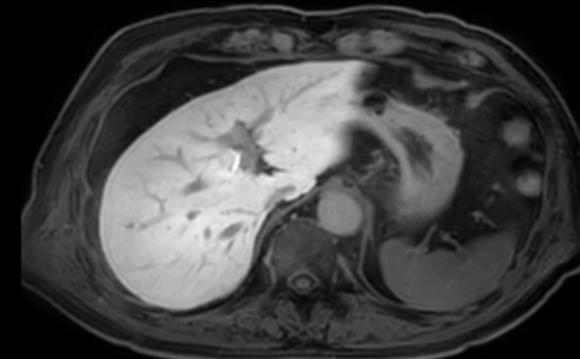
TFE T1w 3D phase hépatobiliaire  
1,5 x 1,5 x 4 mm  
Facteur de réduction 4,0  
0:39 min

Avec l'autorisation de : Centre médical Shimada General, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

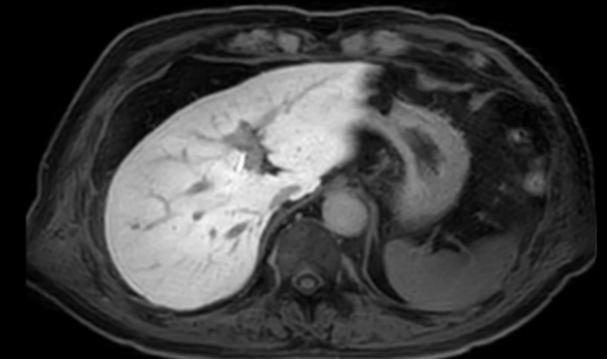
**Foie : temps d'acquisition plus court**

Accélération classique

Philips SmartSpeed 3D FreeBreathing



mDixon T1w 3D phase hépatobiliaire  
1,5 x 1,5 x 4 mm  
Facteur de réduction 2,0  
1:22 min



mDixon T1w 3D phase hépatobiliaire  
1,5 x 1,5 x 4 mm  
Facteur de réduction 4,0  
0:42 min

Avec l'autorisation de : Centre médical Shimada General, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

# Philips SmartSpeed Implant : imagerie rapide des patients porteurs d'implants

La réalisation d'une imagerie musculo-squelettique (MSK) chez les patients porteurs d'implants est difficile. Avec l'introduction de technologies telles que la réduction des artefacts métalliques orthopédiques (O-MAR XD)<sup>21</sup>, la qualité d'image s'est considérablement améliorée. Cela permet de voir des anomalies dans des zones proches d'implants métalliques qui sont obscurcies par des artefacts de sensibilité dans les techniques d'acquisition d'images cartésiennes classiques. La nécessité de disposer d'une acquisition de données supplémentaire est

l'une des limites de cette technologie. Par conséquent, les temps d'acquisition sont de l'ordre de 7 à 10 minutes par contraste requis. Pour obtenir un examen complet couvrant tous les contrastes d'image requis (T1w, T2w, PDw, STIR), la durée totale de l'examen est beaucoup plus longue que dans les examens sans réduction des artefacts métalliques. Avec l'implant Philips SmartSpeed, la technologie O-MAR XD est intégrée au moteur Philips SmartSpeed pour réduire de manière significative le temps d'acquisition des séquences susmentionnées.

## Qu'est-ce qui rend l'implant Philips SmartSpeed applicable à l'imagerie des implants ?

L'implant Philips SmartSpeed est basé sur la technologie O-MAR XD. En bref, le champ magnétique autour des implants métalliques est déformé. Cela entraîne des perturbations d'image visibles sous forme de zones avec des vides de signal et de zones avec un amas de signal. Dans O-MAR XD, les techniques de bascule de l'angle de vue (VAT) et de codage de coupe pour la correction des artefacts métalliques (SEMAC) sont combinées. La méthode VAT est une technique efficace pour la correction d'artefact dans le plan, en exploitant un

gradient supplémentaire dans la direction de sélection de coupe pendant la lecture du signal. SEMAC améliore la méthode VAT avec un codage de phase dans la direction de coupe pour réaliser à la fois la réduction des artefacts dans le plan et à travers le plan. Les coupes 2D sont excitées comme dans une séquence multi-coupes standard, ce qui entraîne des profils déformés. Ces coupes sont traitées et combinées en une seule image 2D corrigée pour la distorsion à travers le plan.

## Comment la technologie Philips SmartSpeed permet-elle d'accélérer l'imagerie chez les patients porteurs d'implants ?

Le facteur SEMAC, le nombre de coupes excitées par image 2D, contrôle la quantité de réduction des artefacts métalliques pouvant être obtenue. Un facteur SEMAC plus élevé est intrinsèquement lié au coût du temps d'acquisition. Il facilite l'imagerie à proximité de métal, mais donne également une apparence plus dispersée de

l'image, comme illustré à la Figure 10. Cette dispersion inhérente des données le rend extrêmement adapté aux reconstructions basées Compressed SENSE, ce qui permet des réductions significatives du temps d'acquisition par rapport à l'imagerie parallèle classique.

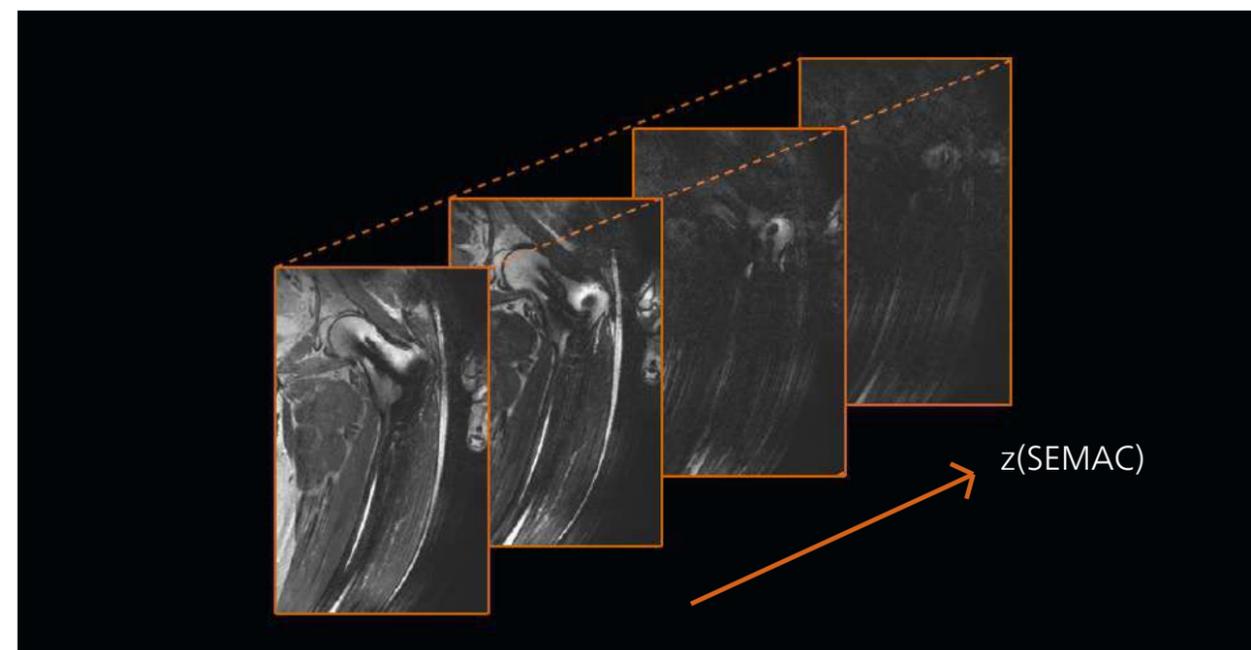


Figure 10 : Acquisition d'une hanche coronale à coupe unique avec plusieurs étapes de codage SEMAC (z), ce qui entraîne un volume 3D dispersé.

## L'implant Philips SmartSpeed s'applique-t-il à tous les contrastes et à toutes les anatomies ?

L'implant Philips SmartSpeed est conçu pour l'imagerie musculo-squelettique en présence d'implants métalliques, sans aucun compromis sur le temps d'acquisition par rapport à l'imagerie sans correction pour l'imagerie des métaux. Il peut être appliqué sur différentes zones anatomiques, telles que le genou, la hanche, l'épaule et le poignet. En outre, l'implant Philips

SmartSpeed s'applique à une grande variété de contrastes d'image, y compris la suppression des graisses : T1w, T2w, PDw et STIR. En tant qu'utilisateur, vous pouvez faire votre propre compromis entre une durée d'examen réduite et une meilleure qualité d'image en réglant le facteur SEMAC (z) sur différents niveaux de réduction des artefacts métalliques.

## Puis-je utiliser l'implant Philips SmartSpeed pour tous les implants ?

Philips a simplifié l'examen des patients porteurs d'implants compatibles IRM sous conditions en introduisant ScanWise implant<sup>22</sup>, la première interface utilisateur IRM du secteur avec des conseils qui permettent à l'utilisateur de saisir l'état du fabricant de l'implant une seule fois et non pas par examen. Tous les paramètres d'acquisition sont automatiquement ajustés

pour répondre aux valeurs de conditions de sécurité de l'implant saisies par l'opérateur et la technologie ScanWise Implant permet au système IRM de respecter les conditions tout au long de l'examen. ScanWise et Philips SmartSpeed Implant sont compatibles pour permettre à l'utilisateur de tirer pleinement parti de la vitesse dans un environnement sûr.

## Quels sont les avantages cliniques de Philips SmartSpeed Implant ?

Par rapport aux acquisitions et aux examens avec O-MAR XD, les temps d'acquisition diminuent en moyenne de 30 % à 3T et de 50 % à 1,5T. L'imagerie des implants métalliques est ainsi réduite à des temps d'acquisition

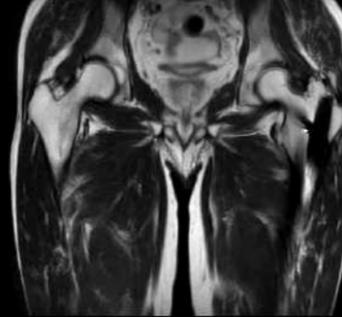
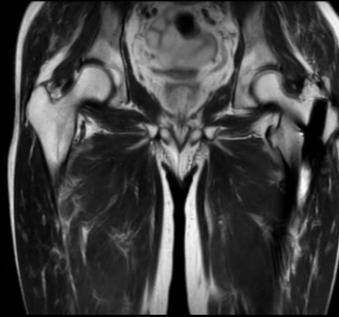
similaires à ceux des protocoles MSK classiques. Il n'est donc pas nécessaire de faire de compromis sur le temps d'acquisition ou la réduction des artefacts.

## Implant de hanche : temps d'examen courts

Accélération classique  
Durée totale de l'examen :  
26:02 min

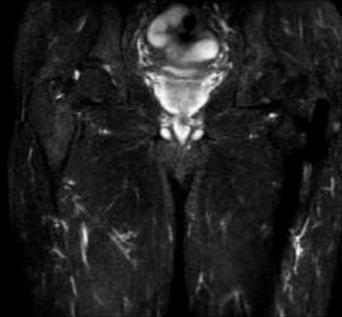
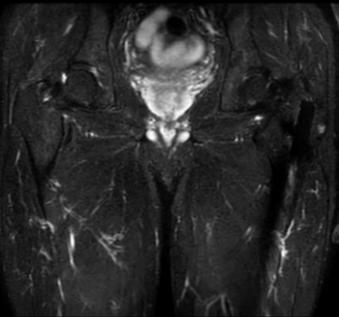
Philips SmartSpeed Implant  
Durée totale de l'examen : 14:20 min

TSE T2w 2D coronale  
1,3 x 1,45 x 3,5 mm  
Facteur de réduction 2,4  
6:18 min



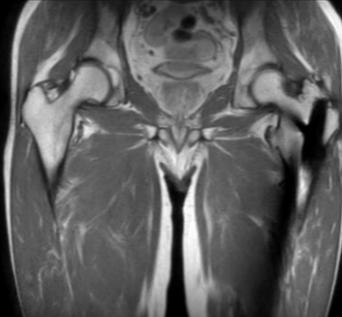
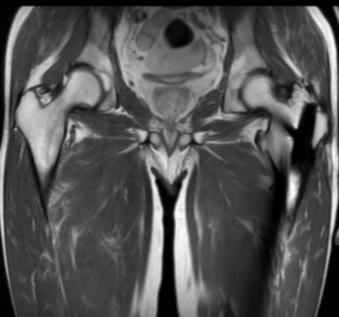
TSE T2w 2D coronale  
1,3 x 1,45 x 3,5 mm  
Facteur de réduction 4,5  
3:42

STIR 2D coronale  
1,5 x 1,8 x 3,5 mm  
Facteur de réduction 2,5  
6:39 min



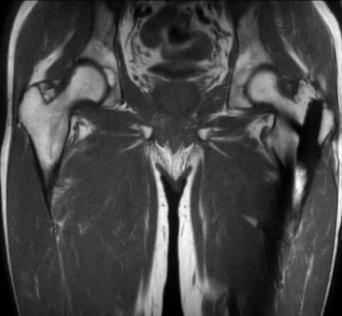
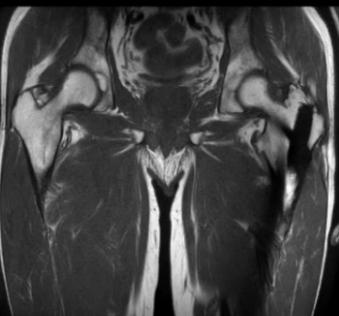
STIR 2D coronale  
1,5 x 1,8 x 3,5 mm  
Facteur de réduction 2,5  
3:25 min

2D PDw TSE coronaire  
1,4 x 1,86 x 3,5 mm  
Facteur de réduction 2,4  
6:08 min



2D PDw TSE coronaire  
1,4 x 1,86 x 3,5 mm  
Facteur de réduction 2,4  
3:04 min

TSE T1w 2D coronale  
0,84 x 0,97 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 3,0  
6:57 min



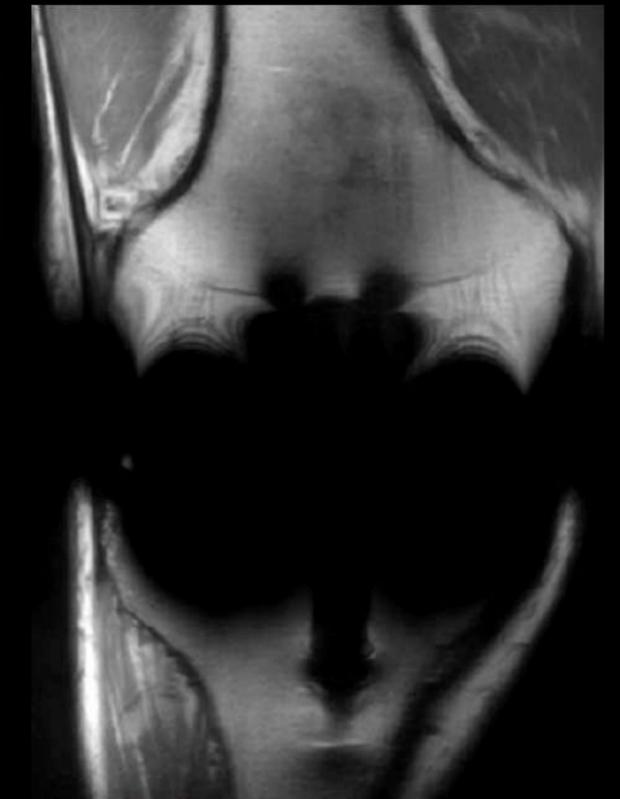
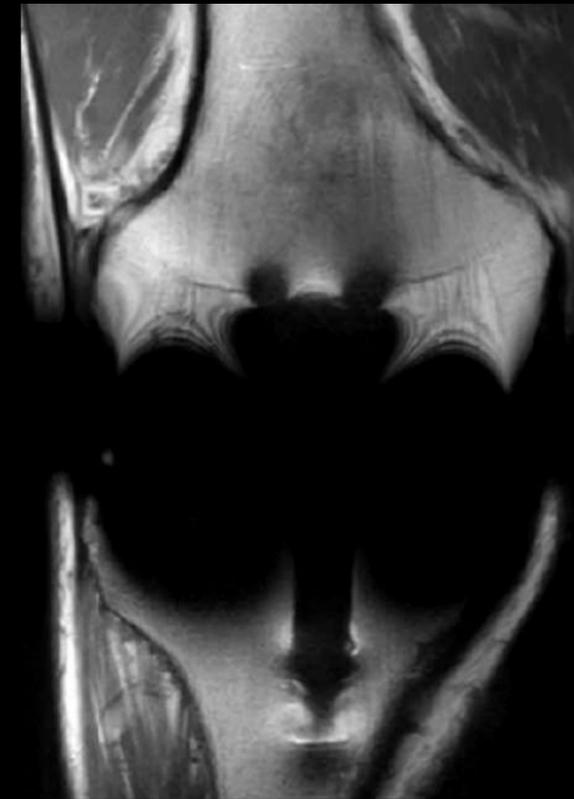
TSE T1w 2D coronale  
0,84 x 0,97 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 3,0  
4:07 min

Ingenia Ambition 1.5T

## Implant de genou : temps d'acquisition plus courts

Accélération classique

Philips SmartSpeed Implant



TSE PDw 2D  
0,80 x 0,88 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 2,2  
**6:27 min**

TSE PDw 2D  
0,80 x 0,88 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 4,0  
**3:49 min**

Ingenia CX 3.0T

# Philips SmartSpeed Diffusion : qualité d'image améliorée pour les acquisitions à diffusion rapide

L'imagerie de diffusion pondérée (DWI) est utilisée pour de nombreuses applications et constitue une séquence majeure pour les examens de la prostate, de neurologie et du foie. Outre l'évaluation qualitative de la restriction de diffusion, les informations quantitatives peuvent être utilisées avec, par exemple, le coefficient de diffusion apparent (Apparent Diffusion Coefficient, ADC). Par nature, les acquisitions DWI ont un faible rapport signal-bruit (SNR), car le signal a diminué par les gradients de codage de diffusion appliqués. Par conséquent, dans la pratique, plusieurs moyennes sont acquises pour obtenir une qualité d'image adéquate.

## Comment l'amélioration du rapport signal-bruit dans Philips SmartSpeed Diffusion est-elle réalisée ?

Aujourd'hui, tous les examens de diffusion sont réalisés avec des antennes à plusieurs éléments. Le rapport signal-bruit élevé de ces antennes permet de réduire les temps d'acquisition et souligne les performances de l'imagerie parallèle. Cependant, il présente également l'inconvénient que le rapport signal-bruit n'est pas égal sur l'ensemble du champ d'acquisition avec des niveaux de bruit plus élevés à plus grande distance des boucles d'éléments, car la sensibilité de l'antenne est plus faible dans ces zones. En outre, lorsque l'imagerie parallèle est utilisée, une amélioration du bruit liée au facteur g peut se

Étant donné que plusieurs directions de diffusion sont impliquées, trois directions sont utilisées pour la diffusion isotropique ; chaque moyenne peut prendre beaucoup de temps. La solution Philips SmartSpeed Diffusion est conçue pour améliorer le rapport signal-bruit des mesures d'imagerie pondérées par la diffusion afin de raccourcir les temps d'acquisition, d'améliorer la résolution ou de réduire la distorsion causée par la lecture d'imagerie échoplanaire. Outre ces avantages d'acquisition, les cartographies ADC deviennent plus fiables à mesure que les biais de bruit sont réduits.

produire en fonction de la géométrie de l'antenne et du facteur d'accélération appliqué<sup>23</sup>. L'amélioration du bruit liée au facteur g ainsi que la distribution du bruit liée à la bobine sont de nature non dispersée. Par conséquent, elles s'adaptent exactement à un schéma de reconstruction capable de faire face à cela, d'où le schéma de reconstruction Compressed SENSE. Philips SmartSpeed Diffusion utilise le moteur Philips SmartSpeed pour minimiser les améliorations de bruit liées au facteur g et à la sensibilité de l'antenne.

## Quel modèle d'échantillonnage est utilisé ?

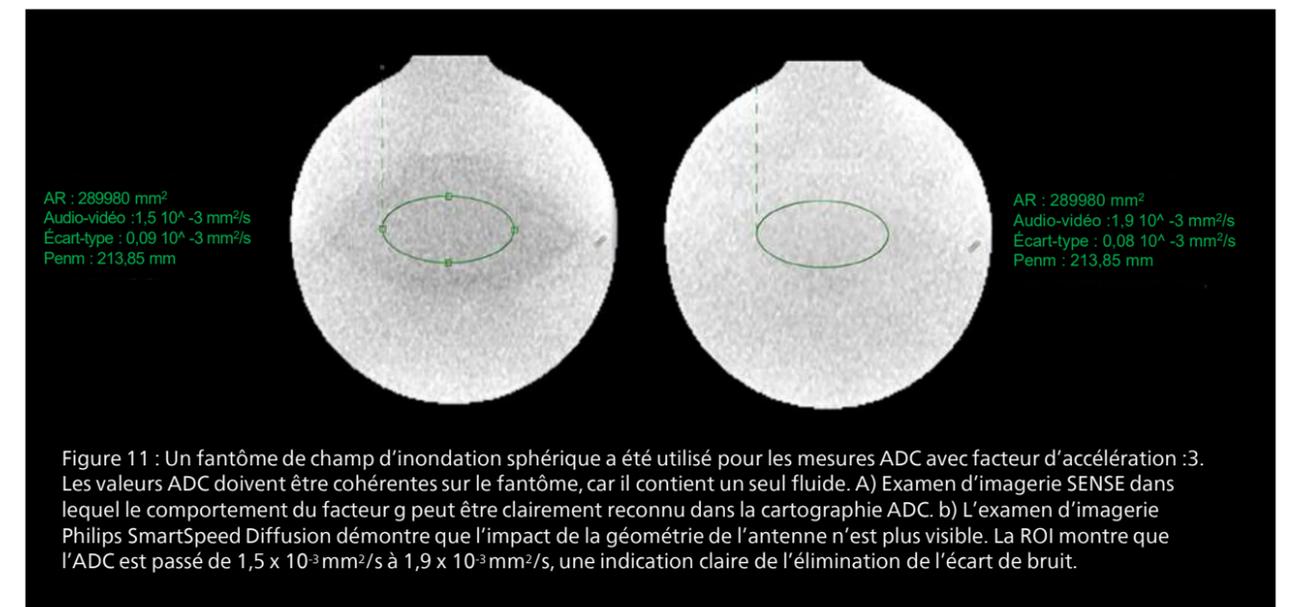
En général, les acquisitions de diffusion sont effectuées avec une lecture d'imagerie écho-planaire à exposition unique (SSh EPI). Par conséquent, une image complète est acquise après un encodage de diffusion unique tout en maintenant un rapport signal-bruit suffisant dans des temps d'écho acceptables.

Par conséquent, ce schéma de lecture avec un modèle d'échantillonnage régulier est également mis en œuvre dans le moteur Philips SmartSpeed, dans lequel la reconstruction itérative réduit efficacement le facteur g non uniformément distribué et le bruit lié à la géométrie de la bobine.

## Quel est l'impact du bruit sur les valeurs ADC ?

Les cartographies ADC peuvent être générées lorsqu'au moins 2 valeurs b sont acquises, après quoi un ajustement mono-exponentiel au pixel par rapport aux valeurs b est effectué. Il existe des différences de rapport signal-bruit entre les diverses valeurs b en cours d'acquisition. Souvent, des moyennes plus élevées sont utilisées pour les valeurs b les plus élevées par rapport aux valeurs inférieures, ce qui entraîne des niveaux de bruit variables sur les données. En outre, dans les zones à faible signal, le fonctionnement du module pendant la

génération d'image augmentera les valeurs de pixels par les propriétés de la distribution de bruit du technicien qui lui est associée. Par conséquent, il existe un biais de bruit dans les valeurs ADC dans ces zones. Un exemple est fourni dans la Figure 11, dans laquelle le biais de bruit négatif est illustré dans un fantôme de champ d'inondation sphérique. Avec la mise en œuvre de Philips SmartSpeed Diffusion, le niveau de bruit est réduit, ce qui réduit le biais de bruit dans les valeurs ADC, augmentant ainsi la confiance dans les cartographies ADC finales.



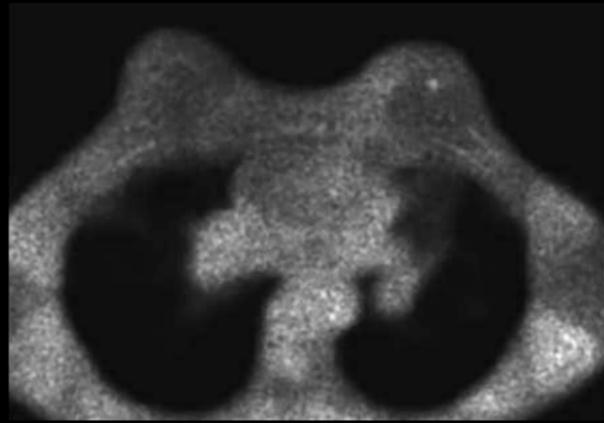
## Quels sont les avantages cliniques de Philips SmartSpeed Diffusion ?

La solution Philips SmartSpeed Diffusion peut être utilisée pour réduire le temps d'acquisition. Pour ce faire, il est plus efficace de réduire le nombre de moyennes, en particulier pour les valeurs b les plus élevées. Il est également possible de réduire le temps d'acquisition en utilisant des facteurs d'accélération plus importants, mais cela est moins efficace, car la lecture EPI à exposition unique est intrinsèquement rapide. Dans ce cas, le gain de temps d'acquisition provient d'un temps de répétition plus court, qui est beaucoup moins efficace que la

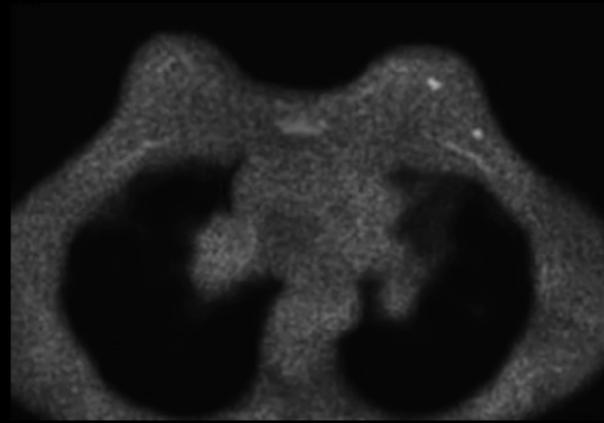
suppression des moyennes. Néanmoins, des facteurs d'accélération plus élevés peuvent être utilisés pour augmenter la résolution ou réduire la distorsion. Plus le facteur d'accélération est élevé, plus la longueur du train de lecture EPI sera courte, ce qui réduira la distorsion et le temps d'écho. Ce dernier est bénéfique pour le signal intrinsèque et l'aspect brillant inférieur de T2. La pénalité de bruit liée au facteur g, généralement associée à l'utilisation de facteurs d'accélération plus élevés, est efficacement atténuée par Philips SmartSpeed Diffusion.

## Cancer du sein : réception de l'élimination du bruit lié à l'hétérogénéité de l'antenne

Accélération classique Philips SmartSpeed Diffusion



DWIBS b1500  
2,34 x 2,44 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 5,0  
1:55 min



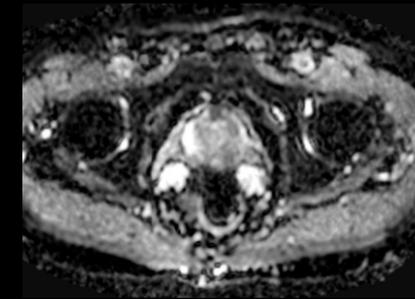
DWIBS b1500  
2,34 x 2,44 x 3,0 mm  
Facteur de réduction 5,0  
1:55 min

Avec l'autorisation de : Hôpital universitaire de Kumamoto, Japon. Ingenia CX 3.0T

## Cancer de la prostate : temps d'acquisition réduit

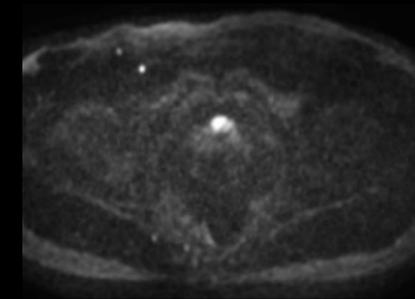
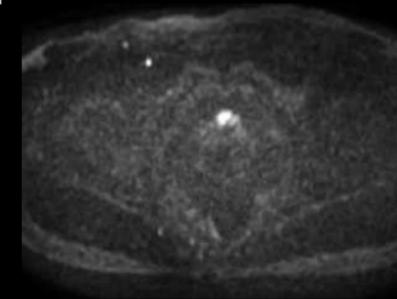
Accélération classique

Philips SmartSpeed Diffusion



DWI b0 / b2000  
2,5 x 3,14 x 3,0 mm  
Facteur de réduction  
2,0 / 7 NSA  
1:46 min

DWI b0 / b2000  
2,5 x 3,14 x 3,0 mm  
Facteur de réduction  
2,0 / 5 NSA  
1:17 min



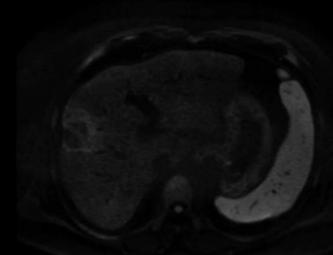
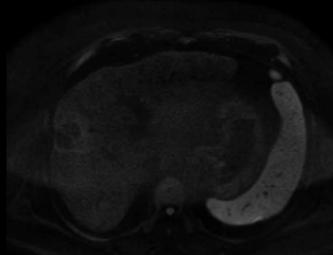
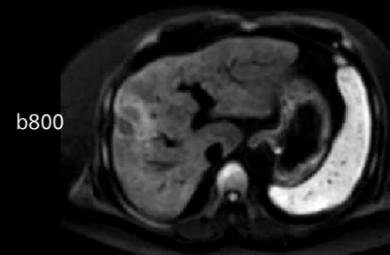
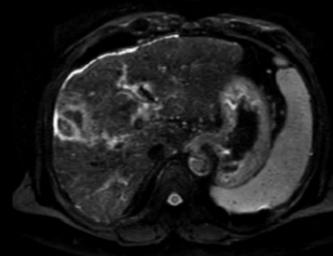
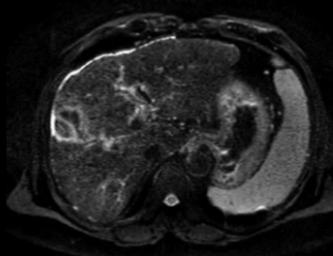
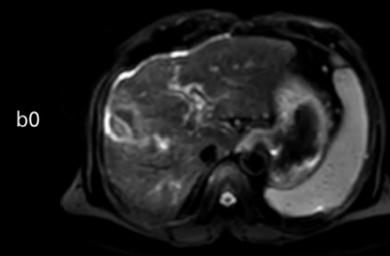
Avec l'autorisation de : Hôpital de la police métropolitaine de Tokyo, Japon. Ingenia Elition X 3.0T

## Carcinome hépatocellulaire du foie : résolution plus élevée

Basse résolution

Accélération classique

Philips SmartSpeed Diffusion



DWI  
2,95 x 2,44 x 7,0 mm  
Facteur de réduction 2,0  
2:18 min

DWI  
2.0x1.0x5.0mm  
Facteur de réduction 4  
2:54 min

DWI  
2.0x1.0x5.0mm  
Facteur de réduction 4  
2:54 min

Avec l'autorisation de : Hôpital universitaire de Kumamoto, Japon. Ingenia CX 3.0T

## Résumé

Avec Philips SmartSpeed, l'accélération des images par résonance magnétique passe à la vitesse supérieure. Le moteur unique Philips SmartSpeed s'appuie sur l'héritage de Philips en matière d'accélération de l'examen d'imagerie et exploite la combinaison de SENSE et Compressed SENSE avec une technologie de reconstruction par IA primée. Philips SmartSpeed permet une accélération et une qualité d'image améliorées pour de nombreux types d'acquisitions :

- Les acquisitions cartésiennes 2D et 3D de tous les contrastes sur toutes les anatomies peuvent être accélérées à l'aide de **Philips SmartSpeed AI**.
- Avec **Philips SmartSpeed MotionFree**, il est désormais possible d'effectuer une acquisition performante même en cas de mouvement pendant le même temps d'examen d'imagerie et le même contraste que son équivalent sans correction de mouvement.
- La **technologie SmartSpeed 3DFreeBreathing de Philips** accélère les examens d'imagerie 3D T1w, en se concentrant sur la fiabilité par rapport aux mouvements, éliminant ainsi le besoin d'être en apnée.
- L'**implant Philips SmartSpeed** est une solution puissante permettant d'obtenir des images en présence d'implants métalliques dans des délais d'acquisition ordinaires.
- Des images de diffusion rapides et de haute qualité sont produites avec **Philips SmartSpeed diffusion**.

En bref, la solution Philips SmartSpeed n'est pas seulement une solution d'imagerie rapide ; elle améliore la productivité, favorise la fiabilité du diagnostic et augmente l'accessibilité des patients grâce à une applicabilité de 97 % de tous les types d'examens d'imagerie.

# Références

- <sup>1</sup> Andre JB, Bresnahan BW, Mossa-Basha M, et al. Toward Quantifying the Prevalence, Severity, and Cost Associated With Patient Motion During Clinical MR Examinations. *J Am Coll Radiol.* 2015;12(7): 689-95.
- <sup>2</sup> Kantar. Patient Experience in Imaging Research. 2017. <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/standard/news/press/2017/20171024-philips-announces-findings-of-patient-experience-in-imaging-research.html>.
- <sup>3</sup> Peeters H, et al. Next generation parallel imaging with dS SENSE technology. The Netherlands: Philips Healthcare; 2017 Mar. Report No: 4522 991 13591.
- <sup>4</sup> Geerts-Ossevoort L, de Weerd E, Duijndam A, et al. Compressed SENSE: Speed done right. Every time. Philips Healthcare. 2018.
- <sup>5</sup> Delattre BMA, Boudabbous S, Hansen C, et al. Compressed sensing MRI of different organs: ready for clinical daily practice? *Eur Radiol.* 2020 Jan;30(1): 308-319.
- <sup>6</sup> Sartoretti E, Sartoretti T, Binkert C, et al. Reduction of procedure times in routine clinical practice with Compressed SENSE magnetic resonance imaging technique. *PLoS One.* 2019;14(4): e0214887.
- <sup>7</sup> Dieckmeyer M, Roy AG, Senapati J, et al. Effect of MRI acquisition acceleration via compressed sensing and parallel imaging on brain volumetry. *MAGMA.* 2021 Aug; 34(4):487-497.
- <sup>8</sup> Stutters, J, Battiston M, John N, et al. Structural 3DT1 scans with compressed sensing are suitable for cross-sectional brain volume measures in multiple sclerosis. Proceedings of the International Society of Magnetic Resonance in Medicine 29th annual meeting. 2021, #2150.
- <sup>9</sup> Boyarko AC, Dillman JR, Tkach JA, et al. Comparison of compressed SENSE and SENSE for quantitative liver MRI in children and young adults. *Abdom Radiol (NY).* 2021 Apr 24. doi: 10.1007/s00261-021-03092-x. Online ahead of print.
- <sup>10</sup> Lohöfer FK, Braren RF, et al. Acceleration of chemical shift encoding-based water fat MRI for liver proton density fat fraction and T2\* mapping using compressed sensing. *PLoS One.* 2019; Nov15;14(11):e0224988.
- <sup>11</sup> Sasi SD, Singh A. Evaluating feasibility of high resolution T1-perfusion MRI with whole brain coverage using compressed SENSE: Application to glioma grading. *Eur J Radiol.* 2020; Aug129.
- <sup>12</sup> Mönch S, Hedderich DM. Magnetic Resonance Imaging of the Brain Using Compressed Sensing – Quality Assessment in Daily Clinical Routine. *Clin Neuroradiol.* 2020;30(2):279-286.
- <sup>13</sup> Nam JG, Lee JM, Lee SM, et al. High Acceleration Three-Dimensional T1-Weighted Dual Echo Dixon Hepatobiliary Phase Imaging Using Compressed Sensing-Sensitivity Encoding: Comparison of Image Quality and Solid Lesion Detectability with the Standard T1-Weighted Sequence. *Korean J Radiol.* 2019 Mar; 20(3):438-448.
- <sup>14</sup> Philips. How AI can enhance the human experience in healthcare. 2021. <https://www.philips.com/a-w/about/news/archive/blogs/innovation-matters/2021/20210906-the-power-of-prediction-how-ai-can-help-hospitals-forecast-and-manage-patient-flow.html>.
- <sup>15</sup> Pezzotti N, de Weerd E, Yousefi S, et al. Adaptive-CS-Net: FastMRI with Adaptive Intelligence. arxiv. 2019;(NeurIPS).
- <sup>16</sup> Pezzotti N, Yousefi S, Elmahdy MS, et al. An Adaptive Intelligence Algorithm for Undersampled Knee MRI Reconstruction. *IEEE Access.* 2020; 8:204825-204838.
- <sup>17</sup> Knoll F, Murrell T, Sriram A, et al. Advancing machine learning for MR image reconstruction with an open competition: Overview of the 2019 fastMRI challenge. *Magn Reson Med.* 2020; (January): rm.28338.
- <sup>18</sup> Johnson PM, Jeong G, Hammernik K, et al. Evaluation of the Robustness of Learned MR Image Reconstruction to Systematic Deviations Between Training and Test Data for the Models from the fastMRI Challenge. In: *Machine Learning for Medical Image Reconstruction.* 2021.
- <sup>19</sup> Pipe JG. Motion Correction with PROPELLER MRI: Application to Head Motion and Free-Breathing Cardiac Imaging, 1999, *MRM* 42, 963-969.
- <sup>20</sup> Perkins TG, Duijndam A, Eggers H, et al. mDixon XD: The next-generation fat-free imaging. Philips Healthcare. 2015.
- <sup>21</sup> Hey S, Hoogenraad D, Elanchezian V, et al. Orthopedic Metal Artifact Reduction. Distortion correction in the presence of an orthopedic implant. Philips Healthcare. 2016.
- <sup>22</sup> Van den Brink J, Possanzini C, Van Meel M, et al. Simplify scanning of patients with MR conditional implants. Philips Healthcare. 2016.
- <sup>23</sup> Pruessmann KP, Weiger M, Scheidegger MR, Boesiger P. SENSE: Sensitivity encoding for fast MRI. *Magn. Reson Med.* 1999; 42(5):952-962.





Les IRM Philips sont des dispositifs médicaux de classe IIb, fabriqués par Philips et dont l'évaluation de la conformité a été réalisée par l'organisme notifié DEKRA Certification BV CE0344. Ils sont destinés au diagnostic de différentes affections. Les actes effectués avec les IRM Philips sont pris en charge par les organismes d'assurance maladie dans certaines situations. Lisez attentivement la notice d'utilisation. Décembre 2022

© 2022 Koninklijke Philips N.V. Tous droits réservés. Caractéristiques sujettes à modification sans préavis. Les marques commerciales appartiennent à Koninklijke Philips N.V. ou à leurs propriétaires respectifs.

4522 991 77731 \* JUILL. 2022

**Pour nous contacter**  
Rendez-vous sur  
[www.philips.com](http://www.philips.com)  
[healthcare@philips.com](mailto:healthcare@philips.com)