

# Détecteurs DRX-Plus : un pas de plus vers l'excellence

Auteurs : Karin Töpfer, Tim Wojcik

## Introduction

En 2009, Carestream présentait le DRX-1, premier détecteur portatif sans fil de la taille d'une cassette, et changeait radicalement la donne sur le marché de la radiographie numérique, grâce à une solution d'imagerie polyvalente et peu coûteuse. Voici à présent la troisième génération : avec le **détecteur DRX-Plus de CARESTREAM**, la DR passe au niveau supérieur.

Cet article décrit en détail nombre de fonctionnalités et avantages du DRX-Plus et démontre que grâce à lui, la radiographie numérique avec des détecteurs portatifs sans fil fait un pas de plus vers l'excellence.

## Des performances d'imagerie toujours excellentes

Fidèle à son objectif premier, qui consiste à fournir constamment et de manière fiable des images d'une qualité remarquable en administrant au patient la plus faible dose possible, le DRX-Plus apporte plusieurs améliorations au design de base du DRX-1 et permet une réduction de 60 % du bruit, ainsi qu'une amélioration de 25 % de la sensibilité, ce qui améliore sensiblement l'efficacité quantique de détection (DQE). Grâce à cette amélioration, le rapport signal sur bruit (SNR) des images est meilleur qu'avec les modèles précédents. En outre, il est possible de diminuer le temps d'exposition du patient tout en préservant le même SNR pour l'image présentée. La figure 1 illustre l'amélioration du bruit sur l'image pour une exposition fixe, avec pour résultat un indice d'exposition CEI de 135.

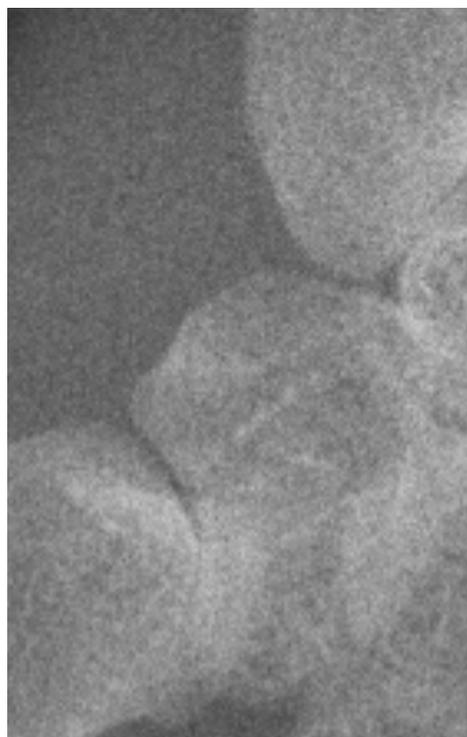
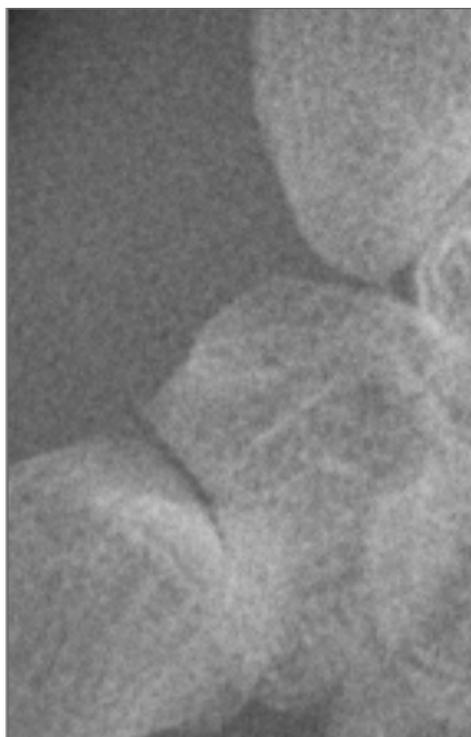


Figure 1 : comparaison des images avec une sensibilité de 800 ISO, détecteur DRX-Plus 3543 par rapport au DRX-1, image fantôme de la main avec agrandissement  $\times 2$

## Livre blanc | Détecteurs DRX-Plus de CARESTREAM

Plusieurs concurrents font état dans leurs documents promotionnels d'une « DQE relative » ou d'une « amélioration de 20 % de la DQE », mais sans préciser par rapport à quoi, ce qui aboutit à une mesure dénuée de sens. Les acheteurs potentiels devraient comparer les chiffres de DQE absolue conformes à la norme internationale reconnue CEI 62220 « Équipements électromédicaux — Caractéristiques des dispositifs d'imagerie numérique à rayonnement X ». En outre, il faut savoir que la DQE ne se résume pas à un simple chiffre, ce qui est le cas dans de nombreux documents commerciaux. Il s'agit en fait d'une réponse à plusieurs variantes qui reflète l'état du faisceau de rayons X, le niveau d'exposition et le contenu de fréquence spatiale. La norme CEI 62220 impose des rapports sur les performances qui recouvrent l'ensemble de cette réponse. Les clients devraient donc insister pour voir un ensemble de données complet lorsqu'ils comparent des produits.

Les performances du DRX-Plus sont extrêmement compétitives dans la gamme des détecteurs portatifs sans fil. C'est donc une comparaison que les acheteurs devraient effectuer.

La figure 2 illustre la DQE du détecteur DRX-Plus 3543 avec une qualité de faisceau RQA-5 par rapport à un produit concurrent qui annonce une DQE comparable dans sa brochure commerciale.

Notez que bien que les performances des deux dispositifs soient similaires au niveau d'exposition supérieur et avec une fréquence spatiale basse, les performances du DRX-Plus sont considérablement meilleures aux fréquences spatiales plus élevées et aux expositions moins fortes.

Bien évidemment, la description de la DQE correspond aux performances dans des conditions idéales en laboratoire et non dans les conditions extrêmes de l'environnement du client. L'uniformité de l'image, notamment, peut être grandement altérée par les conditions comme le temps entre la mise sous tension initiale et l'acquisition, le temps de maintien pour la préparation, les différences entre la température de fonctionnement et la température d'étalonnage, l'état du faisceau de rayons X par rapport à son état au moment de l'étalonnage, et l'intervalle entre chaque acquisition d'image.

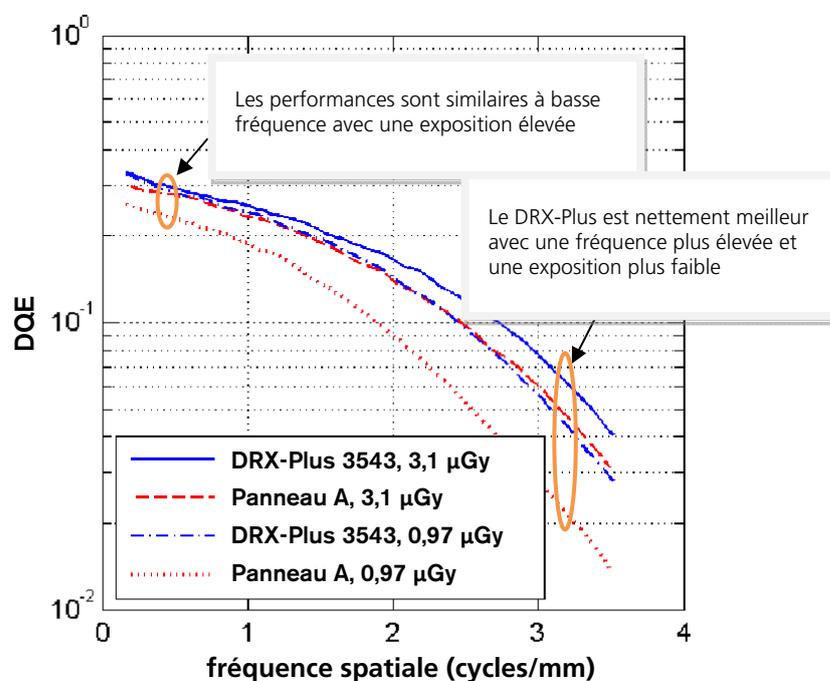
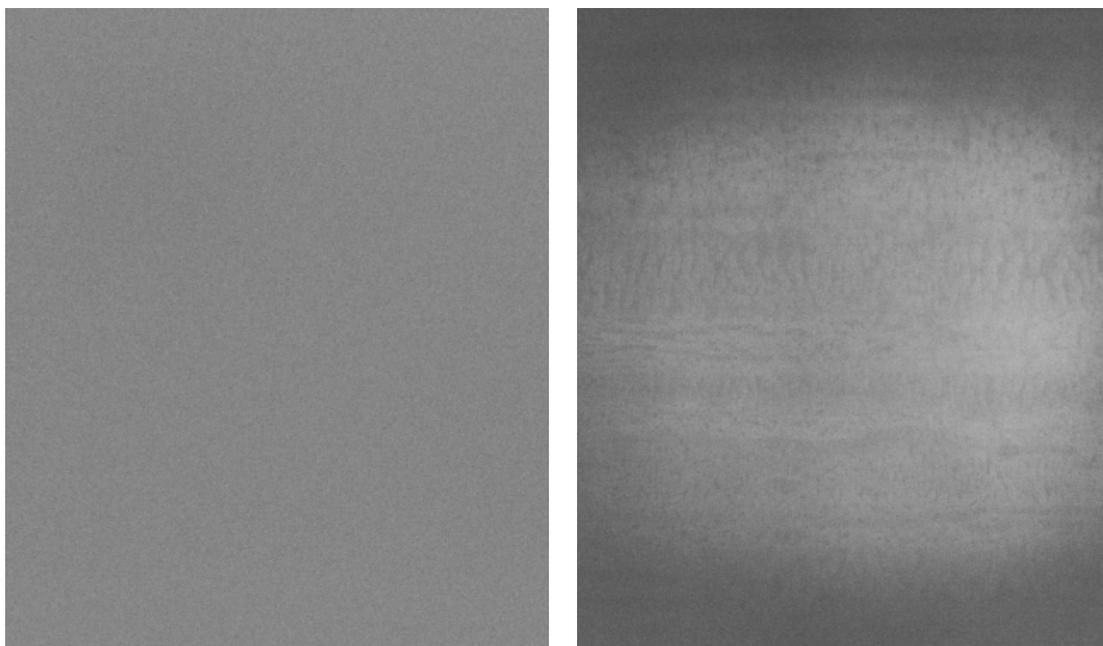


Figure 2 : comparaison des DQE avec un faisceau RQA-5 du DRX-Plus 3543 et du concurrent A

## Livre blanc | Détecteurs DRX-Plus de CARESTREAM

La figure 3 montre un exemple de l'uniformité d'image du DRX-Plus par rapport au détecteur concurrent à une température de fonctionnement 10 °C

supérieure à la température d'étalonnage. Tous deux ont été étalonnés à une température de 25 °C :



*Figure 3 : comparaison d'image à champ plat, DRX-Plus 3543 par rapport au concurrent A à 35 °C, étalonnage effectué à 25 °C, largeur de fenêtre de 5 % du niveau*

Finalement, la nature des capteurs d'image à base de silicium amorphe nécessite de prêter une attention toute particulière aux formes d'ondes des panneaux en fonctionnement, y compris à la mise sous tension, l'actualisation, l'intégration du signal et l'acquisition. Carestream maîtrise parfaitement cet aspect de la conception du détecteur, comme le démontrent l'uniformité et la stabilité excellentes de l'image de la première à la dernière image dans une étude réalisée sur des patients. La

figure 4 illustre l'uniformité de la première image prise immédiatement après la mise sous tension avec les détecteurs DRX-Plus, par rapport à un produit concurrent. Le problème lié à la stabilité de la première image est abordé dans le manuel d'utilisation d'un produit concurrent dans les termes suivants : « il n'existe aucune garantie que l'image prise puisse être utilisée à des fins de diagnostic ». Le flux de travail est modifié s'il est nécessaire de supprimer la première image.

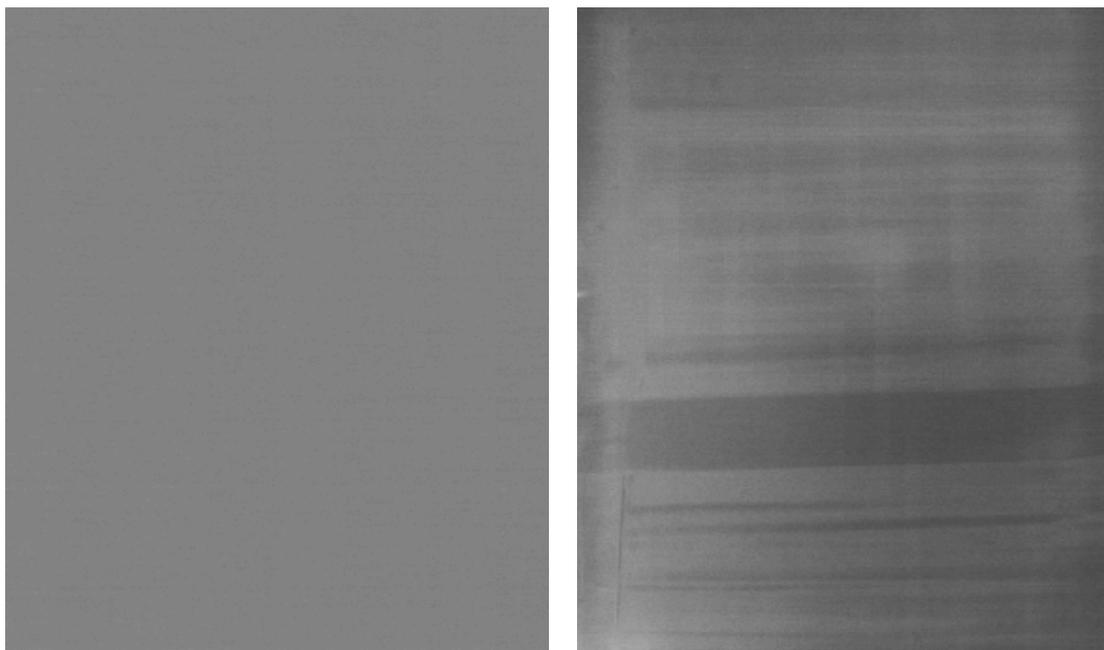


Figure 4 : première image après la mise sous tension, DRX-Plus par rapport au concurrent B, fenêtre de 30 ADC avec une résolution de 14 bits

### Vitesse d'acquisition améliorée

L'imagerie par projection en un seul point est limitée par le bruit anatomique dû aux structures supérieures dans la projection d'image. Des applications avancées comme les techniques d'acquisition par tomosynthèse et à double énergie permettent de mieux visualiser les pathologies profondes. Les détecteurs DRX-Plus sont conçus pour prendre en charge ces applications avancées à l'avenir avec des fréquences d'image jusqu'à cinq acquisitions en pleine résolution par seconde. (EXPÉRIMENTAL : non disponible à la vente). Cette vitesse accrue entraînera également un accès à l'image et une durée de cycle plus rapides pour les procédures d'imagerie par projection standard.

### Boîtier plus léger et plus résistant

Le poids du DRX-Plus a été réduit, mais sa durabilité a été améliorée. Grâce à toutes ces améliorations, il supporte un poids plus important, et résiste mieux aux chutes et aux liquides. De fait, les détecteurs DRX-Plus présentent un indice de protection IPX de niveau 7, ce qui signifie qu'ils peuvent résister à une immersion dans un mètre d'eau pendant 30 minutes sans dysfonctionnement, conformément à la norme CEI 60529. Ces données illustrent la résistance du dispositif. Cependant, l'application de bonnes pratiques cliniques,

comme l'ensachage du détecteur, est recommandée.

Soulignons un point relatif à la tolérance de charge pour les détecteurs : les examens avec une charge doivent donner des images acceptables. La plupart des détecteurs concurrents sur le marché affichent une tolérance de charge spécifique, mais le niveau donné est celui de la limite avant la casse et non la limite jusqu'à laquelle les performances d'imageries sont garanties. Il est important que l'appareil soit conçu pour que les principaux éléments d'imagerie fonctionnent bien sous la charge, par exemple lorsqu'un patient est allongé sur le détecteur dans le cadre de la procédure.

La figure 5 illustre l'uniformité de l'image du détecteur DRX-Plus avec un couplage correct entre le scintillateur et le capteur sous une charge de 68 kg (150 lb) sur un cylindre de 4 cm de diamètre, par rapport à un détecteur mal conçu supportant une charge de seulement 23 kg (50 lb). Les deux dispositifs indiquent une tolérance de charge de 68 kg, mais notez bien les points où le manque d'uniformité est important sur le dispositif doté d'un mauvais couplage entre le scintillateur et le capteur. Le détecteur C est peut-être capable de supporter une charge de 68 kg avant de casser, mais la qualité de l'image est fortement compromise avec une charge de seulement 23 kg.

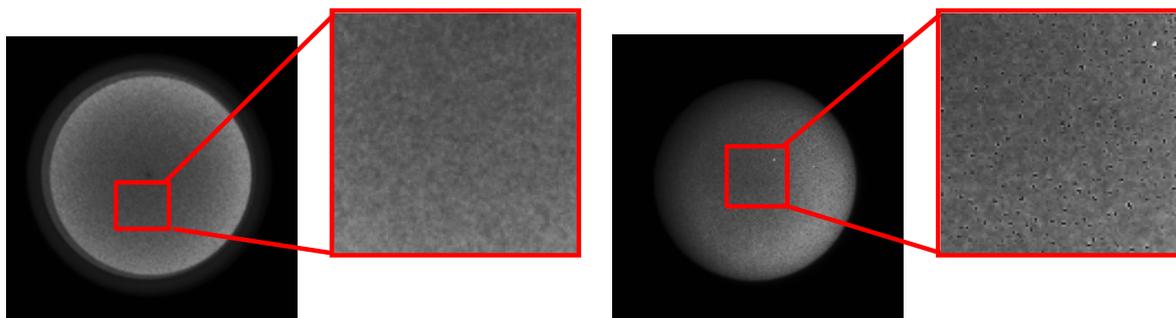


Figure 5 : images de la charge cylindrique, détecteur DRX-Plus comparé au détecteur C

### Options de synchronisation de l'exposition pour les installations converties

Carestream continue à assurer le fonctionnement fiable et sûr de plus de 11 000 unités DRX-1/1C installées avec succès sur les sites de ses clients. Pour les cas de conversion d'une salle de radiologie analogique ou CR en DR, Carestream a créé des solutions de synchronisation de l'exposition « Direct Connect » adaptées à plus de 160 systèmes radiographiques analogiques différents.

La méthode de conversion Direct Connect actuelle de Carestream utilise une simple interruption du câblage du bouton de préparation/exposition de l'interrupteur à main pour synchroniser le cycle d'acquisition du détecteur avec l'exposition. C'est ce qui est illustré en figure 6 :

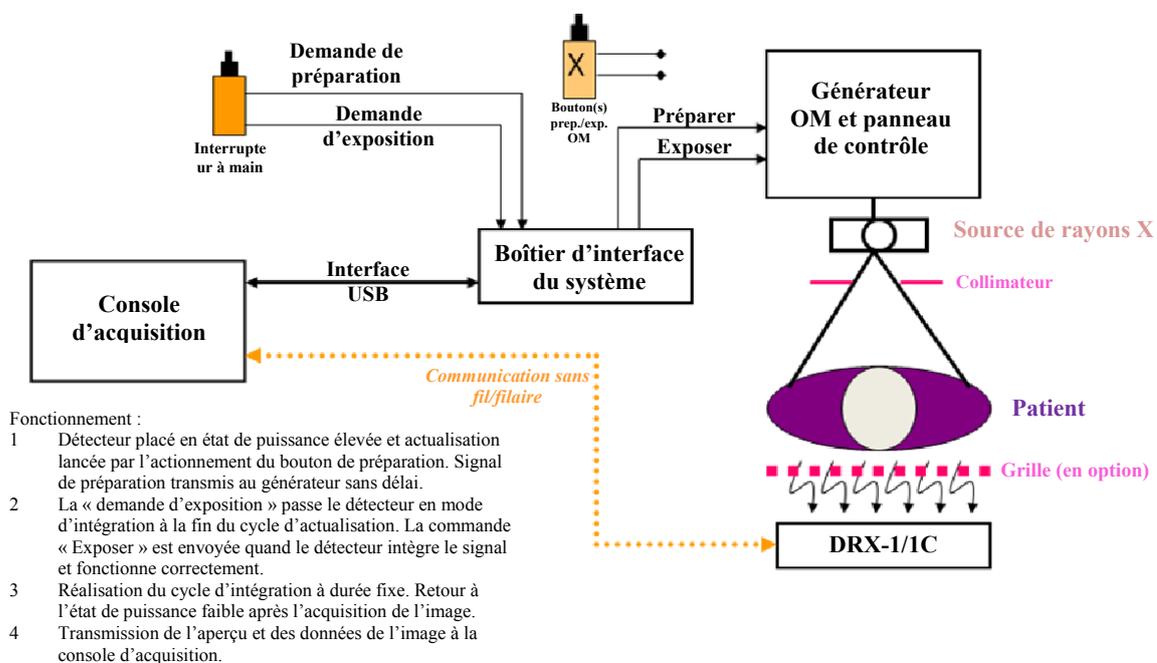


Figure 6 : synchronisation du faisceau de rayons X Direct Connect

## Livre blanc | Détecteurs DRX-Plus de CARESTREAM

Voici quelques avantages de cette méthode :

- Le système s'assure que le détecteur est prêt à l'acquisition avant de lancer l'exposition du patient
- Le détecteur reste dans un état de faible puissance peu gourmand en énergie aussi longtemps que possible, afin d'optimiser l'autonomie de la batterie
- Fournit des images de la meilleure qualité possible sans exposition inutile

Il est cependant reconnu que dans certaines situations il est impossible de se connecter aux signaux de préparation/d'exposition sur un système à rayons X existant. C'est pourquoi le concept de « déclenchement sensible au faisceau » ou de « détection du faisceau » a été introduit par plusieurs sociétés. Il existe de nombreux concepts qui offrent cette fonctionnalité, chacun présentant ses propres atouts et points faibles. Voici quelques limites des systèmes concurrents :

- Nécessité d'exposer une partie spécifique (généralement le centre) du détecteur, car un ou plusieurs capteurs dédiés sont utilisés pour détecter le faisceau. Dans ce cas, un faisceau collimaté positionné près du périmètre de la zone d'image ne déclenche pas le cycle d'acquisition du détecteur.
- Seuils d'exposition minimums qui peuvent être supérieurs aux techniques standard : par exemple, la collimation doit être ouverte au-delà de la taille de l'objet pour s'assurer que l'exposition adéquate est dans la zone de déploiement du détecteur ou le temps d'exposition doit être d'au moins 5 ms. Dans certains cas, l'utilisateur doit décider quelle sensibilité de détecteur utiliser avant l'exposition du patient. Si la sensibilité choisie est trop faible, l'image peut ne pas être acquise, alors que le choix d'une sensibilité trop élevée peut entraîner des acquisitions involontaires dues à un bruit électromagnétique externe, à des

changements de température ou même à un léger coup sur le dispositif.

- Temps limité avant que le dispositif soit prêt à l'acquisition ne laissant que quelques secondes entre le moment où l'utilisateur demande que le système se prépare à l'acquisition et le moment où le faisceau arrive réellement, avec pour effet de fréquentes demandes de préparation.

L'introduction des détecteurs DRX-Plus représente un nouveau niveau de performances pour ce mode d'acquisition. Le modèle de Carestream utilise la totalité de la zone d'acquisition d'image pour la détection du signal et exécute un déclenchement adaptatif qui assure une réactivité exceptionnelle pour un détecteur portable. L'implémentation du DRX-Plus réalise une intégration continue du signal. Ainsi, il n'y a pas d'exposition inutile, alors que certains dispositifs concurrents nécessitent plusieurs millisecondes de détection du signal, avec l'exposition superflue qui en découle. Le détecteur DRX-Plus de Carestream a démontré qu'il est capable de réaliser des acquisitions fiables avec un jeu complet de techniques d'exposition, une collimation réduite à des tailles d'acquisition d'image extrêmes (4 x 10 cm) placées n'importe où à la surface du détecteur et dans un grand nombre de conditions environnementales. L'algorithme de déclenchement intelligent du faisceau de Carestream élimine les déclenchements erronés dus à des chocs et au bruit externe, tout en conservant une sensibilité aux rayons X extrêmement élevée. Une fois activé, le détecteur DRX-Plus peut attendre l'arrivée du faisceau de rayons X pendant plusieurs minutes au choix de l'utilisateur, avec un délai d'attente programmable.

Carestream recommande vivement l'utilisation de la synchronisation Direct Connect, qui offre la meilleure qualité d'image, la plus grande autonomie de la batterie et le fonctionnement le plus sûr grâce à une prévention positive de l'exposition lorsque le détecteur n'est pas prêt. Toutefois, si la situation du site nécessite une synchronisation Beam Detect (avec détection du faisceau), la méthode implémentée dans les détecteurs DRX-Plus offrira une fiabilité et des performances hors pair.

---

## Livre blanc | Détecteurs DRX-Plus de CARESTREAM

### Compatible avec X-Factor

Carestream permet l'interchangeabilité et le partage des détecteurs DRX 1/1C et des nouveaux détecteurs DRX-Plus dans une vaste gamme de systèmes portatifs, en salle et convertis. Ainsi, l'utilisateur jouit d'une grande souplesse dans l'organisation des flux de travail (les détecteurs sont placés où on en a le plus besoin d'eux) et d'une redondance inhérente pour une disponibilité maximale, tout en évitant l'obsolescence. Le DRX-Plus est doté de capacités qui prendront en charge les futurs modes avancés d'imagerie, tout en restant rétrocompatible avec l'environnement DRX-1/1C : « Parfait pour aujourd'hui, prêt pour l'avenir »

### DRX-Plus : un pas de plus vers l'excellence

Carestream a posé les bases des détecteurs portatifs sans fils et de la taille d'une cassette, et sa position de leader lui a permis de prendre conscience des avantages du modèle original DRX-1 tout en détectant les points à améliorer. Le DRX-Plus est la troisième génération de détecteurs de Carestream. Il reflète l'intégration des connaissances et de l'expérience de la société sur le marché.

*Karin Töpfer est une physicienne spécialisée en imagerie des laboratoires de recherche et d'innovation de Carestream. Elle est experte en qualité d'image médicale et en modélisation des performances des détecteurs à rayons X. En outre, elle conçoit des cycles de fonctionnement ainsi que des étalonnages et corrections d'image pour les détecteurs portatifs numériques à rayons X.*

*Tim Wojcik dirige le programme d'acquisition d'image radiographique au sein des laboratoires de recherche et d'innovation de Carestream. Il compte plus de 38 années d'expérience en matière de développement de produit, de recherche et de fabrication. Il a également dirigé des projets de radiographie numérique, radiographie informatisée et impression d'imagerie médicale.*