

# Optimiser le flux de travail des applications d'imagerie haute vitesse

Par Toni Lucatorto et Frank Mazella, Vision Research

Les caméras haute vitesse avancées actuellement disponibles sur le marché sont utilisées pour enregistrer des phénomènes invisibles à l'œil nu en capturant les détails d'événements rapides. Ces images sont parfois incroyables, mais la fréquence d'images et la résolution en pixels élevées utilisées peuvent créer des quantités extrêmes de données en très peu de temps. Il est donc crucial d'optimiser le flux de travail de l'imagerie haute vitesse pour l'application concernée.

Les meilleures pratiques pour le téléchargement des images depuis la mémoire RAM de la caméra dépendent du délai disponible entre chaque prise d'image, de la présence d'une liaison entre la caméra et un ordinateur, de son utilisation dans une configuration autonome ou de son intégration à une configuration à plusieurs caméras. Qu'il s'agisse d'imagerie en laboratoire, à l'extérieur ou sur dans un studio de cinéma, la planification d'un flux de travail efficace est cruciale pour obtenir les meilleurs résultats.

## CRÉER UN FLUX DE TRAVAIL EFFICACE EN LABORATOIRE

Les caméras haute vitesse aident les chercheurs à faire de nouvelles découvertes chaque jour. Au laboratoire, la caméra est généralement « ancrée » via Ethernet à un ordinateur utilisé pour la contrôler. Une fois que la caméra a obtenu et enregistré les images, les fichiers bruts peuvent être enregistrés directement sur le disque dur de l'ordinateur relié. Le logiciel de la caméra peut enregistrer et extraire les paramètres utilisés pour une expérience spécifique et faire les mesures de base immédiatement. Une fois l'analyse terminée, les fichiers sont souvent archivés sous un format de fichier comprimé comme AVI ou QuickTime, qui peut aussi être utilisé pour les présentations et les publications.

Les caméras haute vitesse ont joué un rôle crucial dans une étude en laboratoire des collisions de gouttelettes, qui mettaient en jeu la capture des interactions entre une particule et une goutte de liquide dans l'air.<sup>1</sup> Pour cette étude, les chercheurs ont utilisé des caméras haute vitesse à 4 000 images par seconde (fps) pour capturer la vue avant et latérale de la formation d'eau autour des gouttes et de différents matériaux. Les informations obtenues à partir des études d'humidification des particules sont cruciales pour différents domaines comme l'enrobage des cachets dans l'industrie pharmaceutique et certains types de raffinage de pétrole brut lourd. <https://youtu.be/fGtwid4QZN8>

## LE TYPE DE FICHER EST IMPORTANT

Le capteur d'une caméra haute vitesse enregistre les données brutes, alors que le traitement des images est appliqué sous forme de métadonnées. Les fichiers bruts peuvent être considérés comme le « négatif » de la caméra.

Pour les applications scientifiques et industrielles, il est important d'utiliser les images sous ce format brut pour les mesures afin d'assurer l'intégrité des données. Pour l'industrie cinématographique, le format brut est privilégié car il fournit les images de la plus haute qualité.

La conversion des fichiers bruts en formats interpolés ou comprimés a également des avantages. Les fichiers peuvent devenir bien plus faciles à gérer de par leur taille, en fonction du type de fichier et de l'algorithme, alors que la compatibilité avec les lecteurs de vidéo et programmes courants est garantie.

How much data gets generated in 1 second at 1,000 fps?		
Camera Resolution (12-bit)	Recorded Duration	Size of Data (Gigabytes)
1 Megapixel	1 Second	1.5
4 Megapixels	1 Second	6
9 Megapixels	1 Second	13



## Optimiser le flux de travail des applications d'imagerie haute vitesse

Pour les applications telles que les études balistiques, les caméras haute vitesse peuvent capturer le moment où un projectile frappe un objet ou matériau et sa rotation pendant sa trajectoire dans l'air. Comme les balles peuvent être tirées à répétition et en rapide succession, les mesures ne sont pas effectuées tant que toutes les images n'ont pas été acquises. Dans ces conditions, il est donc utile de choisir une caméra ayant une mémoire RAM plus importante, que l'on peut ensuite partitionner. On peut prendre plusieurs vues successives puis les télécharger pour les analyser plus tard.

### CAPTURER DES ÉVÉNEMENTS FUGACES EN PLEIN AIR

Les caméras haute vitesse sont souvent utilisées en plein air dans des configurations connectées. Dans cet environnement, l'image est généralement acquise et enregistrée dans la caméra avant d'être rapidement téléchargée vers un support amovible et sécurisé.

Différents types de supports de stockage sont disponibles pour télécharger rapidement les données de la mémoire RAM de la caméra, même si les modèles de caméras haute vitesse sont généralement conçus pour fonctionner avec un type de support spécifique. Les types de supports vont de systèmes sur mesure permettant d'optimiser la vitesse de transfert des données avec une caméra haute vitesse spécifique à des solutions commerciales standard incorporées dans le flux de travail d'une caméra. Les solutions commerciales sont généralement moins coûteuses mais ne transfèrent souvent pas les données aussi rapidement que les solutions sur mesure.

Les phénomènes extérieurs tels que la foudre peuvent être difficiles à capturer car il est impossible de prévoir le moment d'un éclair ou le nombre d'éclairs pouvant se produire successivement. Un flux de travail optimisé a permis aux chercheurs de capturer la foudre par une connexion à des paratonnerres sur le toit de deux bâtiments.<sup>2</sup>

Les chercheurs ont utilisé des caméras haute vitesse à 40 000 fps et 7 000 fps pour capturer le phénomène extrêmement rapide de la foudre frappant les paratonnerres. En quelques secondes, ils ont téléchargé les images de la mémoire RAM de la caméra sur des supports amovibles et étaient prêts à capturer l'éclair suivant. En utilisant leurs images capturées, les chercheurs ont calculé la distance de l'éclair et la vitesse de la décharge descendant du nuage d'orage et montant du paratonnerre. Ces informations pourraient être utilisées pour mieux comprendre le fonctionnement des paratonnerres et pour les rendre plus sûrs.

### TRAVAILLER PLUS VITE AVEC 10Go-E

Les configurations connectées, dans un laboratoire ou en plein air, peuvent bénéficier de l'utilisation d'Ethernet 10Go pour transférer les fichiers. Ce type de connexion Ethernet transfère les données brutes de la RAM de la caméra à des débits jusqu'à 10 fois supérieurs aux connexions Ethernet traditionnelles.

Les économies de temps peuvent être importantes. Par exemple, un clip 4K de 5 secondes à 1 000 fps pèse environ 60 Go. Ce fichier prend environ 20 minutes à enregistrer avec un bon ordinateur, mais avec une connexion 10Go-E ce même fichier s'enregistre en moins de 2 minutes.

Ce gain de temps est crucial dans l'industrie cinématographique, où les données sont transférées depuis des lecteurs de supports portables qui contiennent plusieurs téraoctets de données.

Pour optimiser le débit de transfert Ethernet 10Go, ne pas oublier de :

- Utiliser un PC recommandé pour la mise en réseau 10Go-E. Pour les ordinateurs portables, cela mettra en jeu une connexion Thunderbolt et l'utilisation d'un convertisseur Ethernet 10Gbase-T à Thunderbolt.
- Enregistrer les fichiers sur un disque dur SSD, dans l'idéal un SSD RAID. Ceci offrira la vitesse d'écriture régulière la plus rapide.
- Dédier l'ordinateur exclusivement à l'acquisition et au téléchargement haut débit.

DIAGRAM OF A SIMPLE LAB SETUP

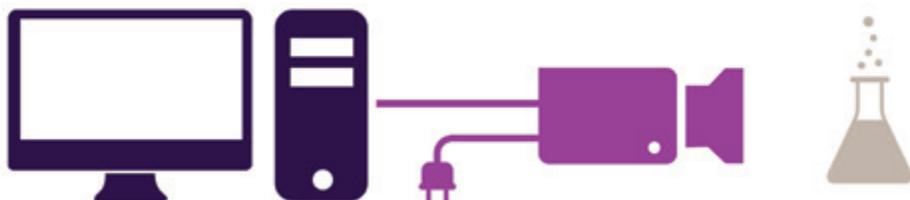
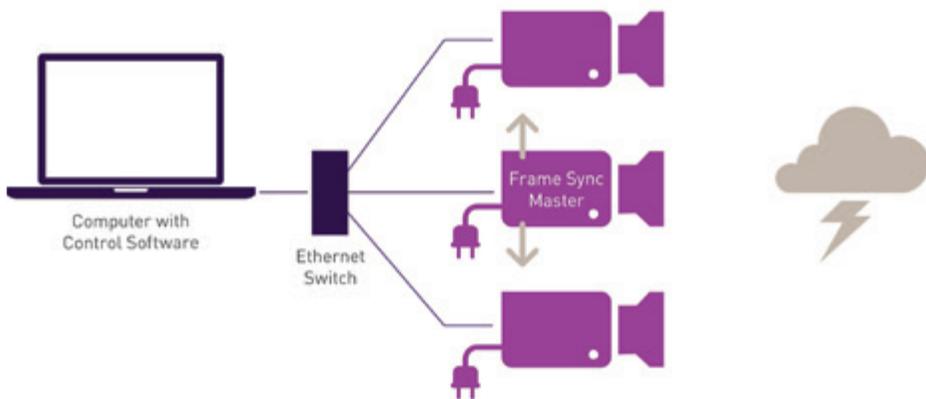


DIAGRAM OF MULTI-CAMERA TETHERED SETUP



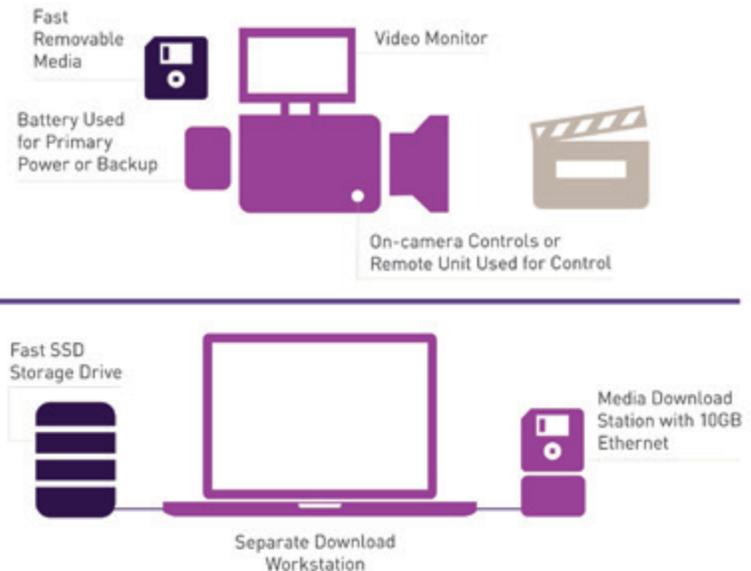
## Optimiser le flux de travail des applications d'imagerie haute vitesse

Si le sujet est répétitif et exige très peu de temps d'arrêt entre les prises de vue, il est possible de partitionner la RAM de la caméra et d'utiliser une fonction d'enregistrement continu. Dans cette configuration, la caméra enregistre automatiquement chaque image après son déclenchement puis se réarme pour être immédiatement prête à prendre l'image suivante. Avec l'enregistrement continu, la seule restriction sur le nombre d'images pouvant être acquises est l'espace disponible sur le disque dur. Quand on utilise ces fonctionnalités, il est important de connaître la durée de l'événement pour s'assurer qu'il est enregistré en totalité.

De nombreuses configurations en plein air mettent en jeu plusieurs caméras en réseau contrôlées par un seul ordinateur. Dans les configurations à plusieurs caméras, celles-ci sont toutes synchronisées sur une source principale. Il peut s'agir de l'une des caméras ou d'une source de time code. Des relais de trame sont parfois introduits pour s'assurer que l'une des caméras capturera un événement extrêmement rapide comme la propagation d'une fissure dans le verre ou autre matériaux pleins. On peut aussi utiliser des relais pour les événements qui durent plus longtemps que la capacité d'enregistrement d'une caméra. Dans ce cas, chaque caméra est configurée pour enregistrer à différents intervalles après la première caméra, pour que la durée globale de l'enregistrement soit suffisamment longue pour capturer l'événement.

Des configurations non connectées sont souvent utilisées dans les applications de plein air comme le travail scientifique de terrain, les inspections d'une usine chimique ou d'un pipeline, l'enregistrement de la faune et les sports extrêmes. La puissance de la batterie, les commandes sur la caméra avec un viseur ou un écran vidéo et les supports amovibles sont essentiels pour ces applications. Pour les événements de durée reproductible, l'utilisation de la fonction d'enregistrement automatique de la caméra enregistre automatiquement les données — éditées sur une plage spécifique ou enregistrées en totalité — sur les supports amovibles quand la mémoire RAM tampon est pleine. Cette fonction est également idéale pour les tests répétitifs durant lesquels les informations sont trop importantes pour être perdues, car on peut enregistrer de nombreuses prises de vue sur les supports portables et les protéger contre une perte en cas de coupure de courant.

### DIAGRAM OF A SIMPLE STUDIO SETUP



### DIAGRAM OF UNTETHERED SETUP



### RÉDUCTION DES TEMPS D'ARRÊT DANS LES STUDIOS DE CINÉMA

Bien que les caméras haute vitesse soient toujours considérées comme des caméras spécialisées dans l'industrie médiatique, elles sont utilisées pour de nombreuses choses qui vont des publicités au tournage d'effets spéciaux dans les films. Comme les caméras haute vitesse tournent jusqu'à 30 fois plus vite que les caméras de cinéma traditionnelles, on les utilise souvent pour capturer des

mouvements détaillés et spectaculaires dans les scènes de bagarres et les explosions.

Dans ce cadre, la caméra est généralement utilisée avec des commandes sur la caméra ou avec une télécommande dédiée, plusieurs écrans vidéo et viseurs étant utilisés pour composer l'image et surveiller la mise au point et l'exposition. Une fois que les images dans la mémoire RAM ont été examinés, ils sont transférés à des lecteurs de médias portables qui peuvent contenir jusqu'à 2

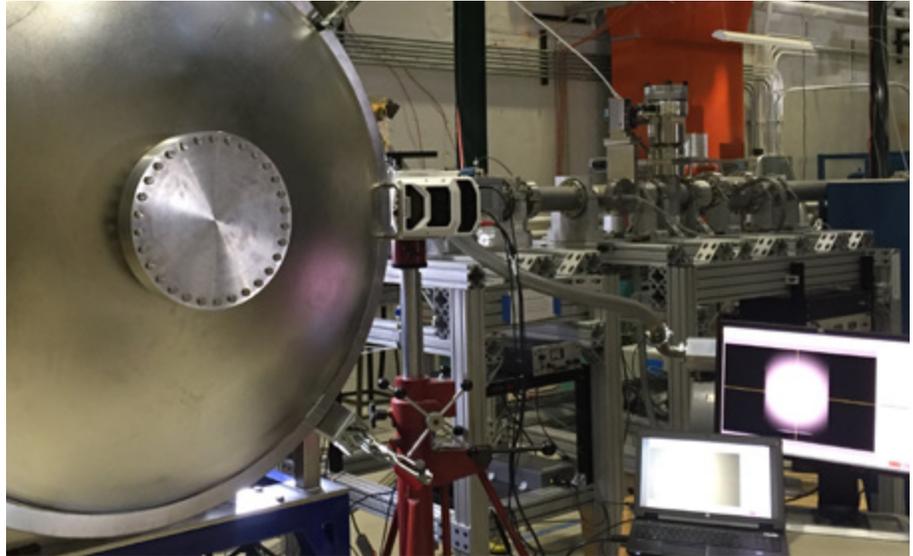
## Optimiser le flux de travail des applications d'imagerie haute vitesse

To de données brutes.

Les temps d'arrêt en studio peuvent ajouter des coûts importants à des budgets qui chiffrent déjà des millions de dollars. C'est pourquoi le critère clé de la caméra haute vitesse est sa capacité à soutenir un flux de travail très rapide sur la caméra, quand celle-ci est utilisée sans ordinateur, le téléchargement des fichiers se produisant séparément sur une station de téléchargement dédiée. En dernière analyse, ce flux de travail fait gagner du temps et de l'argent à la production, ce qui est crucial pour une industrie qui dépend beaucoup de la location de matériel et de plannings stricts.

Quand un lecteur de médias est plein, la station de téléchargement est utilisée pour enregistrer les données dans un lieu sécurisé. L'utilisation d'une connexion Fast Ethernet 10 Go est essentielle pour télécharger le contenu des lecteurs de médias qui contiennent des téraoctets de données. Une copie du fichier brut est enregistrée sur deux lecteurs pour fournir une archive et une assurance. Même si les fichiers bruts seront utilisés pour la gradation des couleurs et le montage initial, une version comprimée des prises de vue de chaque journée est enregistrée pour permettre au metteur en scène de visionner les séquences du jour.

Les caméras haute vitesse compatibles avec des supports amovibles rapides comportent souvent un mode d'enregistrement direct qui contourne la RAM de la caméra. Ceci limite la fréquence d'images à environ 120 fps mais autorise des temps d'enregistrement bien plus longs. Dans ce cas, la caméra « spécialisée » fonctionne comme une caméra vidéo normale. L'utilisation du mode



Un v2511 dans une « simple configuration labo » pour étudier les étincelles micro-électriques haute vitesse.

d'enregistrement direct permet d'utiliser une seule caméra pour les effets et de réaliser le tournage normal, ce qui est utile pour les projets qui exigent une seule caméra pour tourner la totalité des séquences.

### Références

1. Étude de cas Vision Research : « Outcomes of Mid-air Collisions Between Drops and Solid Particles », <https://www.phantomhighspeed.com/Solutions/Case-Studies/outcomes-of-mid-air-collisions-between-drops-and-solid-particles>
2. Étude de cas Vision Research : « When Lightning And Lightning Rods Connect », <https://www.phantomhighspeed.com/Solutions/Case-Studies/when-lightning-and-lightning-rods-connect>

Image de couverture tirée de « Dance of the Honey Bee » par Peter Nelson avec une Miro LC.

**VISION**  
**RESEARCH**

**AMETEK**<sup>®</sup>  
**MATERIALS ANALYSIS DIVISION**



### À PROPOS DE VISION RESEARCH

Vision Research conçoit et fabrique des caméras haute vitesse utilisées par différentes industries et applications professionnelles. Vision Research est une entité commerciale de la Materials Analysis Division d'AMETEK Inc.

Certaines caméras Phantom d'AMETEK Vision Research sont maintenues selon les normes des licences d'exportation. Pour obtenir un complément d'information, veuillez vous rendre sur : [www.phantomhighspeed.com/export](http://www.phantomhighspeed.com/export)