

Ne perdez pas la connexion

Pourquoi passer à l'USB 3.0 a du sens aujourd'hui



- 1 *Changer d'interface – oui, mais quand ?*..... 1
- 2 *Une technologie en mutation*..... 1
- 3 *L'USB 3.0, simplement supérieur*..... 2
- 4 *Fonctionnement d'un système USB 3.0*..... 3
- 5 *Système multicaméra USB 3.0 – It's so easy !* 6
- 6 *Conclusion*..... 7

1 Changer d'interface – oui, mais quand ?

Dans l'industrie, tout tourne autour des notions de **sécurité**, de productivité et de durabilité. Les procédés et les installations sont soumis à de nombreuses **certifications**. Les modifications sont planifiées et testées longtemps à l'avance. Personne ne se laisse aveugler par les possibilités infinies que semble offrir une technologie immature. Et puis, le scepticisme face à la nouveauté est dans la nature humaine. De toute manière, le meilleur moyen de planifier l'optimisation des processus et des activités est d'utiliser une **technologie connue**.

Mais à quel moment une nouvelle technologie est-elle prête à être utilisée ? À quel moment n'existe-t-il plus **aucun risque** de se faire avoir par un raté technologique ? **Se priver** d'une technologie jusque là est-elle la bonne solution ? Mais où serions-nous aujourd'hui si nous avions refusé les **nouvelles technologies** ? Serions-nous en mesure aujourd'hui d'engager une

quatrième révolution industrielle si nous nous étions reposés sur des technologies bien établies et sur les connaissances superficielles des autres ?

2 Une technologie en mutation

Depuis que les premières caméras équipées de la nouvelle interface USB 3.0 ont été présentées il y a environ cinq ans, celle-ci a eu un **temps de maturation suffisant**. La première épreuve de force entre l'USB 3.0 et les interfaces de caméra numériques qui avaient déjà fait leurs preuves dans le domaine du traitement d'images industriel a donné une vision claire de la situation, que l'on peut résumer en quelques mots. L'**USB 3.0** est :

- extrêmement **rapide**,
- **adapté à un usage industriel**,
- **facile** à faire fonctionner,
- utilisable à **grande échelle**.

L'évolution logique de l'interface USB n'a laissé entrevoir qu'une fraction de son **énorme potentiel**.

Ses erreurs de jeunesse ont été identifiées et éliminées depuis longtemps. Il reste une technologie arrivée à maturité, capable aujourd'hui de **conquérir** le monde de l'image. La transition complète des systèmes n'aura pas lieu du jour au lendemain, car c'est en faisant de petits pas que l'on atteint les grands objectifs. Néanmoins, un certain nombre d'éléments plaident en faveur d'un passage immédiat à l'USB 3.0.

- L'**USB 2.0** s'approche de la **fin de son cycle de vie produit**. Il devient de plus en plus difficile, voire onéreux, de se procurer du matériel et du support technique.
- En 2012, Intel a lancé les processeurs Ivy Bridge, **généralisant ainsi l'usage des interfaces USB 3.0**.
- Les chipsets actuels, tels que les Sunrise Point d'Intel (architecture Skylake), marquent une nouvelle étape. La spécification USB 3.0 Controller Interface (xHCI) **réunit pour la première fois toutes les classes de vitesse de l'USB** :
 - Low Speed (1,5 Mbit/s)
 - Full Speed (12 Mbit/s)
 - High Speed (480 Mbit/s)
 - SuperSpeed (5 Gbit/s)

- En conséquence de cela, **les contrôleurs High Speed USB 2.0 (eHCI) ne sont plus utilisés.** « La nouvelle technologie remplace l'ancienne ». Les nouveaux pilotes doivent inclure les technologies antérieures.

Inévitablement, le marché grand public entraîne les nouvelles technologies « mainstream » dans le domaine de l'industrie.

3 L'USB 3.0, simplement supérieur

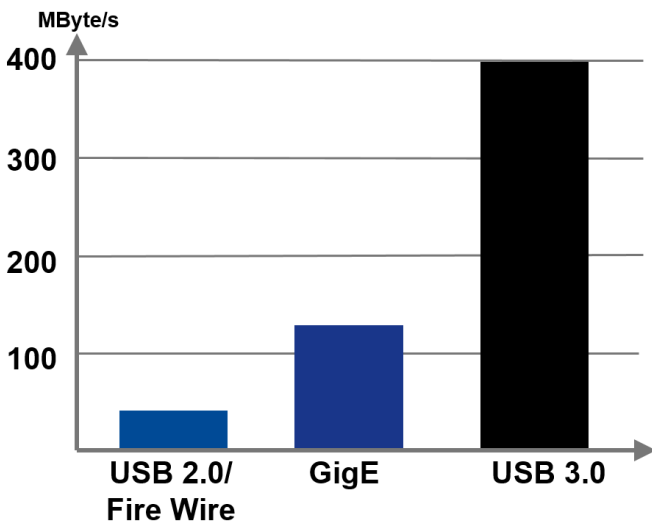


Figure 1 – Seule l'interface USB 3.0 vous permet de profiter de toutes les performances des capteurs CMOS dernière génération.

L'USB 3.0 fait encore figure de novice dans le domaine des interfaces de caméra. Pourtant, tout le monde sait que la technologie offre entre autres un **débit de données considérablement plus élevé** (Figure 1).

Utilisation de capteurs dernière génération

Le Tableau 1 montre une vue d'ensemble des capteurs utilisés actuellement dans les caméras IDS. En limitant

la fréquence de pixel maximale, il est possible d'**adapter les performances du capteur** à la bande passante de l'interface utilisée. Si la fréquence d'image diminue trop fortement, utiliser l'interface correspondante n'est plus **intéressant**.

Les fabricants de caméras doivent donc choisir avec quelle interface combiner les nouveaux capteurs. Bien entendu, les besoins du marché sont pris en considération. Un système de caméra va dépendre de l'application visée, et pas l'inverse. Ce principe s'applique avant tout au **capteur d'image**, dont les performances doivent être adaptées à l'application. L'interface de données nécessaire découle ensuite automatiquement des exigences en matière de transfert de données. Les **capteurs dernière génération** n'auront donc **pas leur place** dans des caméras équipées d'une d'interface « ancienne » comme l'**USB 2.0**

« Votre système de caméra dépend de l'application... et pas l'inverse ! »

Pour les utilisateurs, cela constitue une raison supplémentaire de passer à la génération suivante. Toute nouvelle technologie s'accompagne d'une courbe d'apprentissage. L'**expérience personnelle** représente un **avantage inestimable**. Du moins lorsque des technologies utilisées disparaissent et qu'il faut trouver d'autres solutions.

Maximisation des performances du capteur

Une comparaison directe entre deux caméras équipées d'un capteur mégapixel identique (e2v EV76C560, par exemple) mais d'interfaces différentes révèle des **écarts considérables entre les débits maximaux**. IDS commercialise ce capteur depuis longtemps dans sa

Capteur	e2v EV76C560			ON Semiconductor MT9P06STC			CMOSIS CMV4000-3E5C1PP			Sony IMX174LQJ-C		
	USB2	GigE	USB3	USB2	GigE	USB3	USB2	GigE	USB3	USB2	GigE	USB3
Résolution	SXGA			QSXGA			4MP			2MP		
Bande passante du capteur (MPx/s)	35	71	86	43	96	104	-	84	344	-	-	480
Fréquence d'image (1/s)	25,8	50	60	6,3	14,1	15,2	-	19	80	-	-	166

Tableau 1 – Seul l'USB 3.0 vous permet de profiter du débit maximal offert par les capteurs hautes performances de dernière génération. Les interfaces USB 2.0 et GigE ne fonctionnent qu'avec une bande passante de capteur réduite, voire ne sont pas du tout utilisées.

caméra UI-1240 USB 2.0, disponible dans de nombreuses variantes avec boîtier. Avec le **changement d'interface** et l'utilisation dans la famille de caméras USB 3.0, ce même capteur pourra enfin montrer ce dont il est véritablement capable. À une fréquence de pixel maximale, la **bande passante du capteur augmente** jusqu'à 86 mégapixels par seconde. Avec l'USB 3.0, le débit maximal du capteur (60 images par seconde) peut être atteint sans limitation et ainsi être utilisé dans votre application.

Réduction de la charge du processeur

La **communication asynchrone** de l'USB 3.0 remplace le mécanisme de « polling » de l'USB 2.0, qui consistait à interroger constamment le contrôleur hôte pour recevoir de nouvelles données. Cela se traduit par une **diminution considérable de la charge du processeur** sur l'ordinateur hôte. Un test effectué avec le capteur e2v et des réglages de caméra identiques a donné les résultats suivants : avec une caméra USB 2.0, la charge du processeur était trois fois plus élevée qu'avec le modèle USB 3.0. Cela signifie que vous disposez **d'une puissance de processeur supplémentaire** disponible pour les autres tâches de votre application.

4 Fonctionnement d'un système USB 3.0

L'USB 3.0 accélère la mise à disposition de données d'images pour votre application. Mais avec un transfert de données de l'ordre du gigahertz, il faut que tous les composants du système soient d'une qualité fiable et certifiée.

Une caméra USB 3.0 est comparable à une voiture de formule 1 : si elle roulait au sans-plomb normal, elle ne pourrait ni fonctionner correctement ni atteindre une vitesse maximale (SuperSpeed). L'USB 2.0, en revanche, est semblable à une routière. Les câbles atteignent sans effort des débits High Speed. La qualité et la tolérance des composants du système ne jouent pratiquement aucun rôle si l'on vise des bandes passantes faibles de cet ordre. Le **point noir** est l'**USB 2.0** lui-même.

Par conséquent, les performances d'un système USB 3.0 SuperSpeed ne dépendent pas uniquement des caractéristiques de la caméra et de ses pilotes utilisés dans un système PC. L'expression « Le système

est aussi performant que son maillon le plus faible ! » résume parfaitement la situation. L'USB 3.0 cherche à atteindre un débit qui doit pouvoir être également garanti par tous les autres composants de la chaîne de transfert de données. Avec les **progrès significatifs de la technologie USB**, tous les composants du système doivent fournir en permanence des performances équivalentes, sans grandes tolérances.

IDS **vous aide à choisir les accessoires appropriés** et à identifier et à éliminer les points faibles de vos systèmes. IDS recommande et commercialise uniquement des accessoires USB 3.0 haute qualité, pour permettre un **fonctionnement parfait** avec un débit de données élevé.

Des câbles haute qualité indispensables

Que signifie « haute qualité » et pourquoi cet aspect est-il si important pour l'USB 3.0 ? Il faut bien comprendre quelle est la **fonction** d'un câble et à quelles **exigences** il est soumis.

Le câble est un composant enfichable, flexible et suffisamment long qui établit une liaison entre deux appareils pour transmettre des signaux électriques ou une puissance sans aucune perte.

Un câble fait face à des défis d'ordre **mécanique** et **électrique**, parmi lesquels on peut citer des connecteurs desserrés, des tresses en cuivre pliées ou déchirées ou encore une faible puissance du signal.

Les câbles « passifs » traditionnels, à base de cuivre, obéissent à des **principes physiques**. Cela complique les choses pour les fabricants, qui ont souvent des difficultés à produire des câbles appropriés répondant à toutes les exigences. Il faut alors faire des **compromis** !

Un signal de données à haute fréquence tel que l'USB 3.0 (5 GHz) est affaibli par la **résistance** physique. Plus le conducteur en cuivre est long et plus le diamètre du fil est faible, plus la résistance est forte. On parle ici de **perte d'insertion** (insertion loss).

Il est possible de réduire la résistance **en augmentant la section du câble**. En d'autres termes, plus un fil en cuivre conducteur de données à l'intérieur d'un câble USB 3.0 est épais, meilleures sont les caractéristiques de transmission dans le domaine des hautes fréquences (HF). La valeur AWG (American Wire Gauge) caractérise le diamètre d'un câble électrique. Une valeur AWG basse correspond à un diamètre élevé, et ainsi à une résistance plus

« Votre système USB 3.0 est aussi performant que son maillon le plus faible ! »

faible. A contrario, l'**épaisseur totale** du câble USB 3.0 est plus élevée, ce qui lui fait **perdre en flexibilité** et complique le montage des connecteurs.

Pour résumer, beaucoup de choses peuvent mal se passer lors de la **production d'un câble** USB 3.0. Les câbles simples et **à bas prix** à destination du grand public n'ont souvent pas la **qualité de finition** nécessaire aux exigences de l'environnement industriel. Ils provoquent un plus grand nombre d'erreurs de transfert USB ou d'interruptions de connexion, d'où une réduction de la puissance de transmission (bande passante) ou une **instabilité de la connexion**.

Lorsqu'il y a baisse de la qualité de transmission, il est possible que lors de **l'établissement d'une connexion** avec une caméra USB 3.0, les pilotes de la caméra la détectent comme un périphérique USB 2.0 High Speed. Ce problème peut être dû aux ports USB utilisés et à leur câblage interne. Vous trouverez plus d'informations à ce sujet à la section **La « bonne » connexion USB 3.0**

Longueur de câble

La spécification USB 3.0 ne précise **pas** de longueur de câble **maximale**. Il est fait référence au rapport ou à un **compromis** entre longueur de câble et caractéristiques de transmission haute fréquence (perte d'insertion) ou chute de tension (*voltage drop*). Un fabricant qui saura concevoir des câbles en maintenant ces facteurs au plus bas pourra alors produire des **câbles opérationnels plus longs**.

IDS **collabore** étroitement avec les fabricants de câbles en leur apportant sa vaste expérience de l'USB pour le développement de câbles efficaces et de haute qualité. Pour IDS, il est important de pouvoir proposer des **câbles passifs plus longs** pour des applications nombreuses et variées. Afin de maintenir la **qualité de conduction**, les câbles de 5 m et 8 m affichent, pour des raisons techniques, **une section de conducteur plus élevée**. Avec des partenaires forts, il est ainsi possible de garantir une **liaison stable** entre câbles et connecteurs.

Si votre application requiert une **longueur de câble supérieure** à 8 m, vous n'avez pas à changer d'interface de caméra. **Les câbles optiques actifs** transfèrent les données USB 3.0 sur de plus grandes distances à un débit aussi élevé.



Figure 2 – Les câbles actifs USB 3.0 hybrides d'IDS permettent d'établir des liaisons USB 3.0 d'une longueur pouvant atteindre 50 m.

IDS commercialise des câbles optiques USB actifs confectionnés (Active Optical Cable – AOC) d'une **longueur pouvant aller jusqu'à 50 m**. Si une longueur plus élevée est nécessaire, ils peuvent être échangés directement contre un câble passif. L'électronique nécessaire à la transformation et à l'amplification des signaux est directement intégrée aux connecteurs. Pourtant, les **connecteurs sont à peine plus longs et plus larges** que leurs équivalents passifs.

Outre le conducteur en fibre de verre, un **conducteur de courant** à base de cuivre est également intégré, d'où l'appellation « câble hybride ». Un câble AOC permet également à une caméra d'être alimentée en courant **directement** par l'ordinateur hôte. La tension d'alimentation est fournie par le port USB de l'ordinateur. Elle alimente aussi bien la caméra que les composants électroniques du câble. Un câble Y-USB facultatif, branché sur un deuxième port USB, garantit l'alimentation en courant des **appareils énergivores**.

La « bonne » connexion USB 3.0

Attention : même dans les rangs des ports USB SuperSpeed d'une qualité excellente, il existe des « moutons noirs » qui peuvent venir vous gâcher le plaisir de l'USB 3.0.

Les **ports frontaux** sont reliés à la carte mère à l'intérieur de l'ordinateur par des câbles soumis aux mêmes règles que les connexions entre ordinateur et caméra. Nonobstant cela, on rencontre la plupart du temps des confections de câble qui sont **particulièrement incompatibles avec l'USB 3.0** :

- très **mauvais blindage** au niveau des raccordements du connecteur ou tresses nues,
- **les assemblages par enfichage supplémentaires** entre caméra et contrôleur USB dus à ces « extensions de câbles » nuisent à la qualité du signal,
- une **alimentation électrique stable** et suffisante sur ces ports paraît peu probable.

En outre, il arrive souvent que plusieurs ports frontaux soient reliés par le même contrôleur USB et se **partagent** ainsi la **bande passante** USB 3.0 maximale possible. Si vous êtes en quête d'un débit de données maximal, vous ne devriez pas y raccorder et exploiter plusieurs caméras simultanément.

Les **ports arrière** d'un ordinateur sont soudés à la carte mère. Ils ne posent pas de difficultés du fait des câbles ou des connecteurs. L'expérience montre néanmoins que leurs **caractéristiques varient** très fortement en fonction de la carte mère et du système d'exploitation employés, qui sont très nombreux. Vous ne devez donc pas vous attendre à une adéquation générale à des transferts USB 3.0 performants.

Les **pilotes du chipset** jouent également un rôle. Étant donné qu'ils sont aujourd'hui responsables d'un bien plus grand nombre de composants matériels que les contrôleurs USB uniquement, leur maintenance et leur développement doivent être effectués à chaque nouvelle génération de processeurs. Par conséquent, la maintenance des pilotes doit être possible ou les pilotes doivent rester simples afin d'éviter les erreurs logicielles systématiques. Il est aisément concevable que les systèmes d'exploitation d'ancienne génération ne disposent pas indéfiniment de **mises à jour** pour le nouveau matériel. D'ailleurs, Microsoft vient tout juste de **mettre fin à la prise en charge de Windows 7** pour l'architecture de processeurs **Skylake** actuelle.

Pour vous en tant qu'utilisateurs de caméras USB, cela peut parfois avoir des **effets inexplicables** en cette période de transition technologique. Les grands fabricants comme Microsoft, Intel ou AMD poussent leurs produits sur le marché et imposent leurs règles, mais pas seulement aux particuliers.

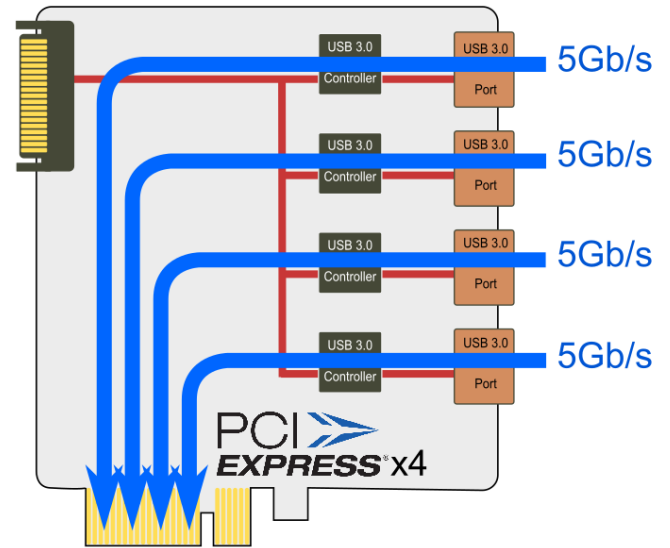


Figure 3 – Les cartes PCIe x4 Rev. 2 transfèrent en parallèle les flux de données de 4 caméras USB par 4 contrôleurs USB hôtes distincts, chaque flux bénéficiant de la bande passante USB 3.0 maximale.

La **solution** : utiliser des **cartes enfichables PCI-Express USB 3.0** (Figure 3), qui vous permettent de jouer sur les caractéristiques de vos ports USB 3.0. Avec le bus PCI-Express interne, vous dotez précisément chacun de vos systèmes PC de l'équipement dont vous avez besoin :

- matériel USB 3.0 **identique** pour tous les systèmes,
- **ne dépend pas** d'un changement de matériel de l'ordinateur,
- pilotes logiciels **stables** fournis **directement** par le fabricant,
- qualité de matériel connue, **longue disponibilité**,
- alimentation électrique **suffisante** fournie directement par le bloc d'alimentation de l'ordinateur,
- bande passante **maximale** avec un contrôleur USB dédié par port USB.

Pour cette raison, IDS teste et commercialise des cartes enfichables PCI-Express USB 3.0 qui répondent à ces exigences. L'utilisation de ces cartes **réduit** au minimum les **points faibles** possibles et les incompatibilités tout en vous offrant **une plus grande sécurité système** grâce au matériel de référence.

Avec les caméras uEye d'IDS, ces cartes vous offrent une base optimale et performante pour constituer un système **stable** de caméras USB 3.0.

5 Système mult caméra USB 3.0 – It’s so easy !

Un système mult caméra se compose d’un petit nombre de caméras avec un débit de données élevé, ou d’un grand nombre de caméras avec un débit faible par caméra. Ici aussi, c’est le type d’application qui va déterminer le nombre de caméras d’un système hôte, la bande passante et la longueur de câble.

La composition d’un système mult caméra obéit aux **mêmes règles du jeu** que celles décrites précédemment pour un système USB 3.0 stable. Si vous respectez ces règles, vous ne rencontrerez pas de surprises particulières.

Avec les composants systèmes offerts par IDS, la composition d’un système mult caméra USB 3.0 stable est très facile. Même avec une connexion avec des câbles actifs d’une longueur pouvant aller jusqu’à 50 m, le fonctionnement en mult caméra ne subira pas de limitation.

Lors de la **composition d’un système mult caméra**, deux points essentiels sont à prendre en considération en général :

- un nombre suffisant de ports USB 3.0 **performants** sur le système hôte, afin de garantir la bande passante souhaitée pour toutes les caméras,
- une **alimentation électrique** suffisante de toutes les caméras raccordées afin d’assurer le bon fonctionnement du système.

Les **contrôleurs USB** établissent une liaison entre les données USB et l’autoroute de données presque illimitée située à l’intérieur de l’ordinateur. Dans votre application, vous en utilisez une fraction par contrôleur SuperSpeed. Si un seul port USB est relié à un contrôleur, l’intégralité de la bande passante USB 3.0 est mise à disposition d’un seul périphérique raccordé.

Cette **connexion 1:1** constitue la **configuration la plus performante** pour une caméra. Plus un système comporte de ports de contrôleur dédiés, plus un système mult caméra pourra **profiter** des performances des interfaces de données internes telles que PCI-Express. Le meilleur moyen de mettre à disposition ces ports de contrôleur est d’utiliser les cartes PCI-Express USB 3.0 décrites précédemment.

S’il n’est pas nécessaire d’attribuer toute la bande passante USB 3.0 à une caméra, vous pouvez la partager entre plusieurs périphériques délivrant des données.

Pour établir des **connexions 1:n**, vous utiliserez des **concentrateurs USB** (ou *hubs USB*). Veillez à ce que l’alimentation électrique au niveau de chaque point de répartition soit suffisante pour toutes les caméras raccordées. Les concentrateurs USB de type **actif** apportent ce courant supplémentaire par des blocs d’alimentation distincts.

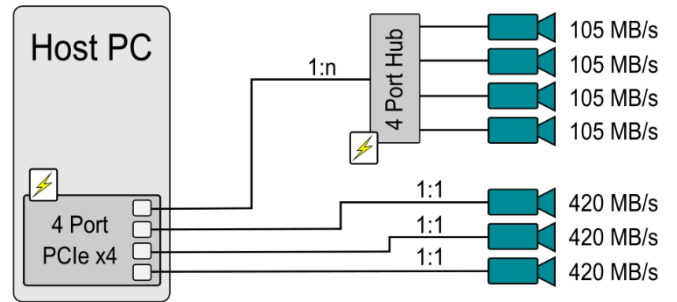


Figure 4 – Débit de données possible sur un système mult caméra USB 3.0 avec une connexion directe et une connexion distribuée

C’est précisément à cette étape que des **pièges** guettent votre application mult caméra. Si le fabricant fait des **économies** au mauvais endroit pour baisser les prix de ses produits, le matériel sera **mal dimensionné** pour une application de caméras SuperSpeed. Cela peut entraîner des interruptions de courant occasionnelles, voire une sous-alimentation en tension. Quel que soit le cas de figure, la stabilité de fonctionnement des caméras ne sera pas garantie.

C’est la raison pour laquelle IDS a intégré à son portefeuille de produits uniquement des concentrateurs USB irréprochables qui fonctionnent dans toutes les situations de charge. IDS met ainsi à votre disposition uniquement des **composants adaptés** pour que votre système mult caméra soit stable, fonctionnel et performant.

Pour que vous puissiez obtenir la **puissance de transmission** prévue pour chaque caméra, il faut surveiller le chemin de connexion ou le partage de la bande passante avec d’autres caméras. La suite logicielle IDS offre des **outils utiles** qui vous y aideront.

[-] Device	
Sensor ID	539
Camera temperature	46.8° C (116.3° F)
Starter firmware version	2.06.04.00
Runtime firmware version	2.40.109.00
COM port number	100
[-] USB	
Data transfer	Super speed (USB 3.0)
1. Hub	Renesas Electronics USB 3.0 Hub (Port 4)
[-] Local driver	
USB version	4.80.10.00

avec bande passante USB 3.0. « **Ne perdez pas la connexion.** »

Figure 5 – Le gestionnaire de caméras IDS affiche les paramètres de connexion USB d'une caméra.

Dans le gestionnaire de caméras IDS, la **vitesse de transmission** et les connexions à des concentrateurs sont affichées pour chaque caméra USB 3.0 (Figure 5). Cela vous donne une image précise de la topologie des connexions USB de vos caméras.

La **vue d'ensemble des performances** dans le programme uEye Cockpit vous aide à optimiser les débits de données des caméras sans surcharger le système.

6 Conclusion

La transition technologique des interfaces des caméras ne doit pas être retardée. L'USB 3.0 est **arrivé à maturité** et se répand à une vitesse inimaginable. Il s'agit de l'interface de données **idéale** pour les nouvelles applications faisant intervenir des capteurs **dernière génération**.

Les **connaissances** et l'**expérience** acquises autour de la technologie USB 3.0 se sont très fortement **étouffées**, ce qui se reflète dans l'évolution des caméras et des accessoires. IDS développe et commercialise depuis 12 ans des caméras industrielles avec technologie USB et se trouve depuis cinq ans à l'avant-garde des caméras USB 3.0 et de leurs accessoires. Un grand nombre de ces caméras en sont déjà à une **2^e génération améliorée**. La suite logicielle IDS **évolue** à chaque sortie de nouveau capteur et **s'améliore** en permanence.

IDS est donc un partenaire solide dans le domaine des caméras USB, avec une grande expérience acquise depuis que l'interface USB High Speed a été utilisée dans une caméra pour la première fois. « Familiarisez-vous avec l'**USB 3.0 dès aujourd'hui** ! »

L'arrivée de l'USB 3.1, la prochaine étape de l'évolution, avec un débit de 10 Gbit/s et d'autres innovations, est imminente. Le câble universel USB 3.1 de type C en est le précurseur. Il est déjà utilisé dans notre série uEye LE

IDS Imaging Development Systems GmbH
 Dimbacher Str. 6-8
 74182 Obersulm
 Allemagne
 T : +49 7134 96196-0
 F : +49 7134 96196-99
 E : sales@ids-imaging.com
 W : www.ids-imaging.fr

