

SonTek RS5: Évaluation des performances grâce aux données de terrain

Dr. Xue Fan, Ingénieur d'Application Sénior

Mesure par jaugeage du débit du RS5, Royaume-Uni



Introduction

Le SonTek RS5, sorti en août 2020, est le dernier membre de la famille des profileurs de courant acoustiques à effet Doppler (ADCP) RiverSurveyor. Le RS5 s'appuie sur la technologie acoustique développée pour le RiverSurveyor M9/S5, tout en ajoutant des capacités étendues grâce à ses transducteurs BroadBand, son ping auto-résolu à Pulse Coherent et sa conception créative pour obtenir les meilleures données possibles pour les mesures de débit. Le matériel et le logiciel du RS5 ont bénéficié de nombreuses années de commentaires et de suggestions de la part des clients. En utilisant une électronique moderne, SonTek a construit l'ADCP le plus compact, le plus portable, le plus léger et le plus convivial pour les mesures de débit en eaux peu profondes.

Cette note technique présente certains aspects techniques du RS5 et souligne ses capacités sur le terrain en montrant des comparaisons de données utilisant d'autres systèmes ADCP sur une grande variété de sites différents. Les données présentées dans cette note technique ont été utilisées pour le développement des algorithmes acoustiques du RS5 et pour optimiser les performances des mesures de débit à faible profondeur.



SONTEK:

Fondée en 1992 et faisant progresser la science environnementale dans plus de 100 pays, elle fabrique des instruments Doppler acoustiques abordables et fiables pour la mesure de la vitesse de l'eau dans les océans, les rivières, les lacs, les ports, les estuaires et les laboratoires.

Le siège social est situé à San Diego, en Californie. SonTek fait partie de Xylem, Inc. une société qui fournit des instruments de surveillance et de collecte de données aux marchés mondiaux de la qualité et de la quantité de l'eau et de l'aquaculture.

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES :

Pour plus d'informations sur SonTek, visitez SonTek.com, ou envoyez directement un courriel à SonTek à inquiry@SonTek.com.



a xylem brand

SmartPulse+



Au coeur du RS5, le traitement acoustique est une toute nouvelle combinaison d'algorithme de ping Broadband/Pulse-coherent utilisant de nouveaux transducteurs Broadband. Comparé au M9/S5- présentant des transducteurs Narrow-Band capables d'émettre un signal Pulse Coherent et Incoherent, la capacité acoustique du RS5 est étendue pour permettre des combinaisons complexes de Broadband et de signaux acoustiques hybrides Pulse-coherent qui se traduit par quatre types de ping spécialisés par échantillon. L'algorithme SmartPulse+ utilise la profondeur détectée pour chaque échantillon et configure automatiquement les paramètres appropriés pour les quatre types de ping. L' algorithme

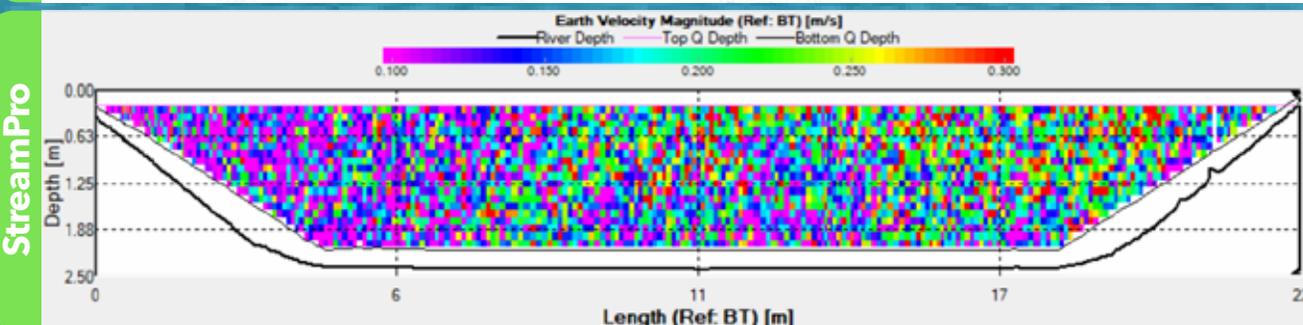
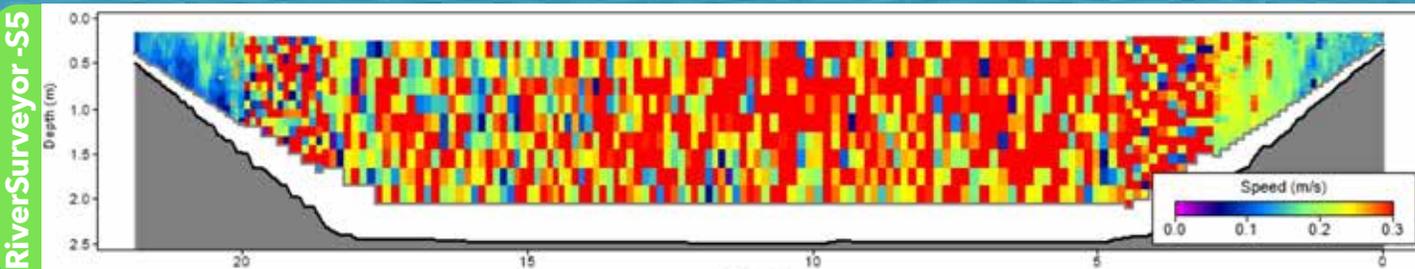
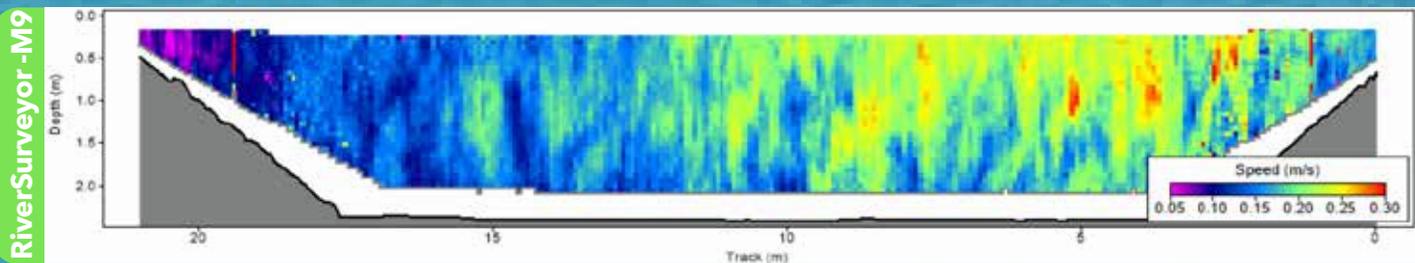
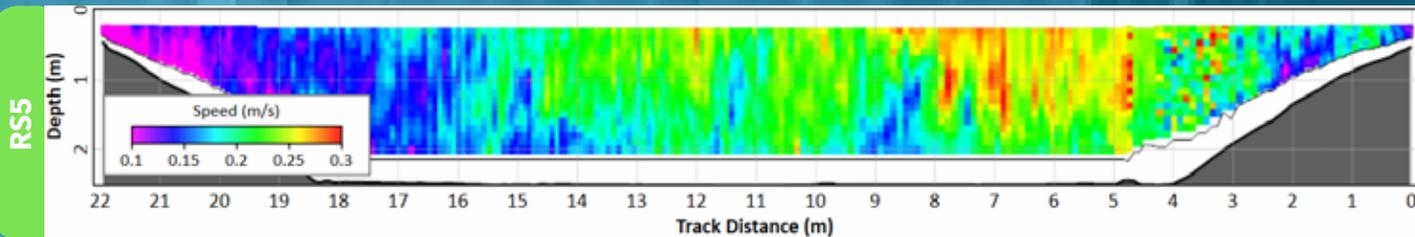
combine ensuite le meilleur ensemble de données des différents ping en se basant sur des algorithmes complexes pour obtenir le profil de vitesse de la plus haute qualité pour chaque échantillon, et modifie ces paramètres automatiquement tout au long de la mesure.

Comparaison SonTek RS5, SonTek RiverSurveyor M9/S5 et TRDI StreamPro

Lors du développement du RS5, les mesures de débit ont été faites sur des sites contrôlés utilisant couramment ces systèmes et ces conditions. Ici, sur le site illustré à droite, les mesures de débit ont été effectuées sur un canal revêtu de béton, à la station de gaugeage de l'USGS 09522500 à l'aide du SonTek RS5, du SonTek RiverSurveyor M9, S5, et du TRDI StreamPro.



Ingénieur d'application testant le RS5, Yuma, AZ (USA).



Ce site particulier a fait l'objet d'une étude approfondie en raison du déversoir trapézoïdal à large crête construit en aval du lieu de mesure. En raison des vestiges d'un batardeau à cet endroit, les vitesses sont constamment plus élevées du côté droit du transect, ce que l'on peut voir par les couleurs plus rouges des courbes de niveau RS5 et M9. Il est clair que les profils de vitesse du RS5 et du M9 fournissent le plus de détails en terme de résolution et de changement de la structure de l'écoulement sur le transect par rapport au S5 et au StreamPro. Alors que le profil du RS5 présente une définition comparable à celle du transect M9, la qualité des données du M9 n'est comparable à celle du RS5 que grâce à ses capacités SmartPulseHD® à double fréquence. En raison de ses limitations en fréquence unique, l'algorithme SmartPulse du S5 a été forcé en mode Incoherent étant donné les vitesses sur ce site, ce qui a donné un ensemble de données très grossier comparé au RS5, qui est capable de rester en mode Pulse-Coherent. Enfin, le StreamPro exige de l'utilisateur qu'il définisse une configuration de taille de cellule et un type de ping fixes, ce qui donne des contours de vitesse qui ne résolvent pas la structure complexe de vitesse observée à ce site, malgré le type de site apparemment simpliste.

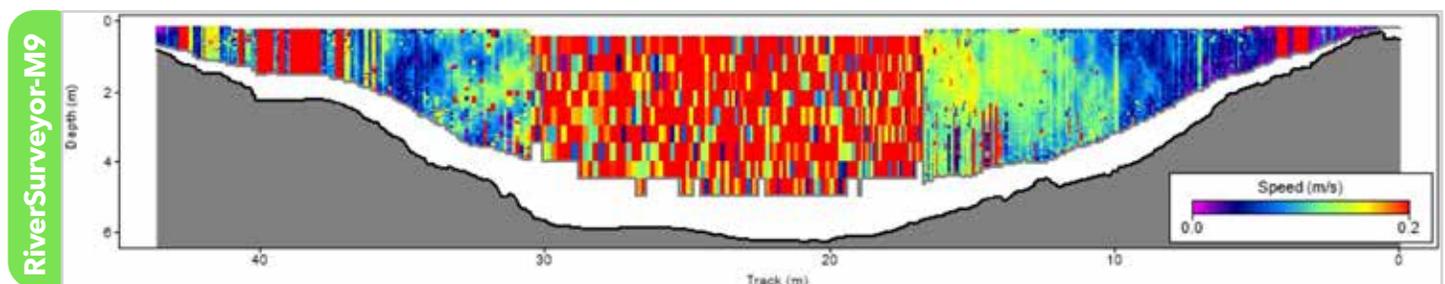
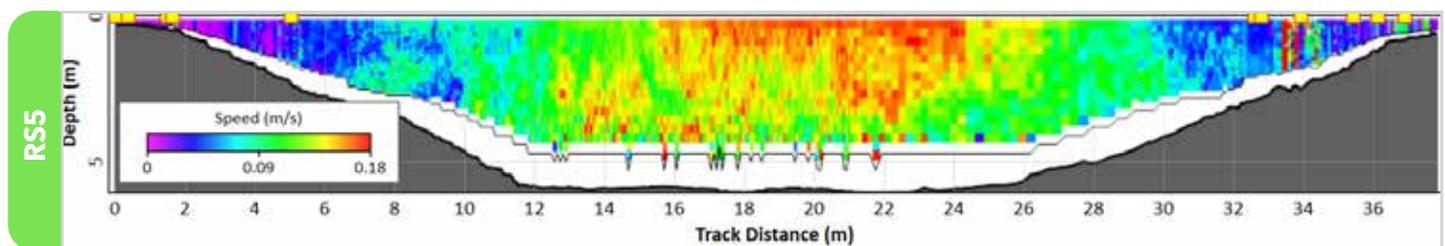
Comparaison des Performances du RS5 (Broadband/Pulse-Coherent) et du M9 (Incoherent)

Les sites présentant certaines caractéristiques de vitesse et de profondeur permettent à l'algorithme SmartPulse+ du RS5 de se démarquer même par rapport au RiverSurveyor-M9, comme montrent les données sur la station de jaugeage de l'agence pour l'environnement, appelée Skelton, sur la rivière Ouse près de York au Royaume-Uni (UK). Au milieu du transect, les vitesses étaient suffisamment élevées et le canal suffisamment profond pour forcer l'algorithme SmartPulseHD du M9 à utiliser le type de ping incoherent à 1MHz, ce qui a permis d'obtenir des cellules beaucoup plus grandes et des données plus bruitées par rapport à ses pings Pulse Coherent et Incoherent (appelés "HD") près des bords.

Si les valeurs de débit final sont comparables, il ressort clairement de cet exemple que l'algorithme SmartPulse+ du RS5 gère mieux ces variations de débit, allant d'une eau très lente près des bords, à un débit profond et plus rapide dans la partie centrale du transect.



Skelton sur la rivière Ouse, près de York, au Royaume-Uni.
Données et crédits photos : Lee Pimble, responsable des applications techniques hydrométriques de SonTek, Europe.



Dans ce cas, le RS5 est capable de résoudre l'écoulement détaillé intensifié en surface au centre du canal, alors que cela n'est pas aussi évident dans l'ensemble de données M9.

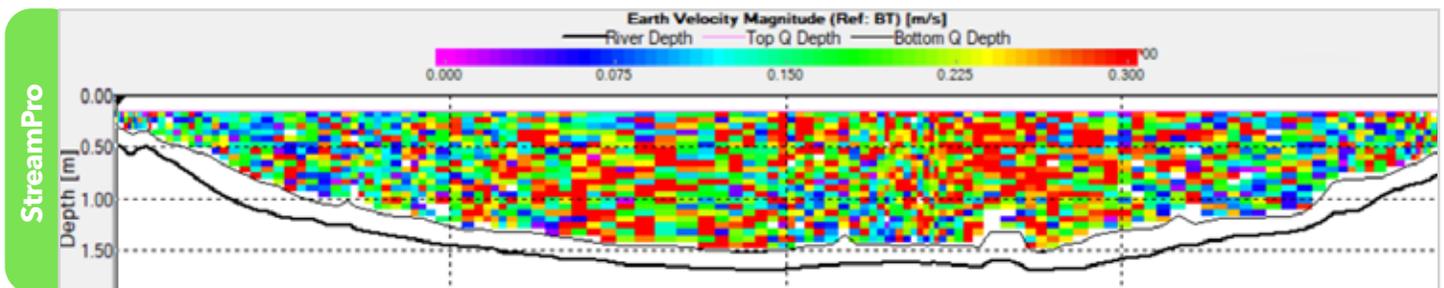
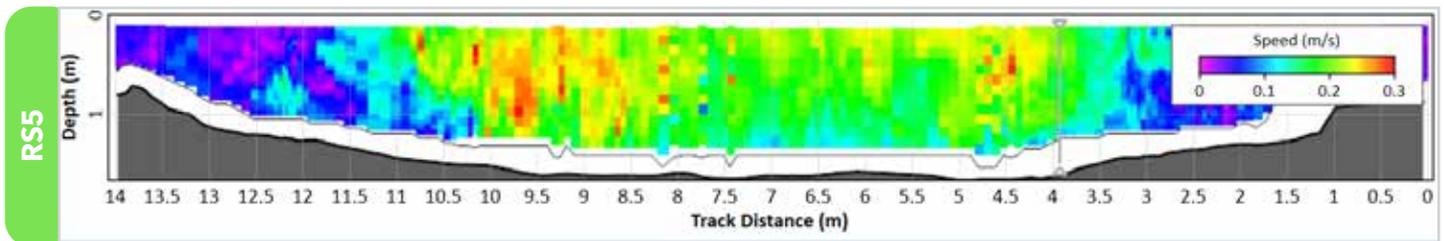
Profilage Haute Résolution

Le RS5 est conçu pour produire une qualité de données optimale dans des environnements de cours d'eau peu profonds et souvent bruyants. Les environnements peu profonds étant beaucoup plus sensibles aux conditions d'écoulement inhabituelles en raison des obstructions et de la variabilité du débit, le développement s'est concentré sur la production d'un ensemble de données à la résolution la plus élevée tout en mesurant les vitesses avec le moins d'incertitude et de bruit possible.

Le bruit des instruments de profilage acoustique donne



Photo et données avec l'aimable autorisation de Tim (Shawn) LeMaster, USGS.



souvent une image d'aspect "patchwork" ou "arlequin" sans motif de débit apparent, comme on peut le voir sur le site suivant en utilisant le StreamPro. Ce cours d'eau peu profond, situé à la station de jaugeage USGS 03302000 à Pond Creek près de Louisville, KY (USA), met en évidence les capacités de haute résolution à faible profondeur du RS5.

Sur un autre site près d'Asheville, NC (USA) à la station de jaugeage de l'USGS 034557730, illustré à droite, on observe le même effet.

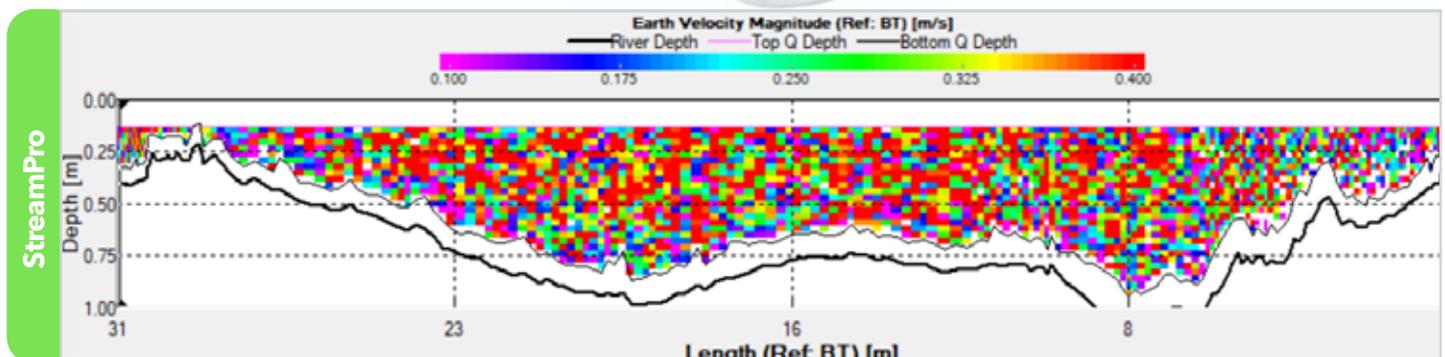
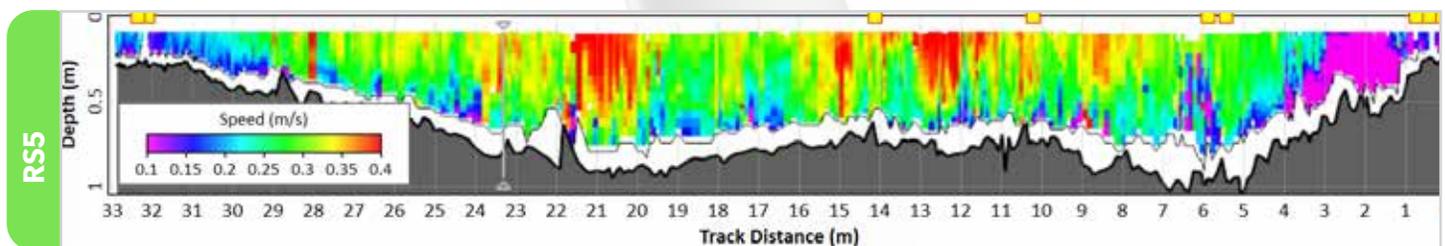
Il est évident, d'après la photo, que l'on peut s'attendre à des écoulements complexes en raison des galets et des gros rochers du fond. Le transect du RS5 met clairement en évidence la structure complexe de l'écoulement causée par la forme variable du fond, et montre quelques zones inattendues de l'écoulement le plus élevé décentrées par rapport au milieu du canal. La bathymétrie plus détaillée du canal, fournie par le faisceau acoustique vertical du RS5, est également évidente, alors que le StreamPro ne peut fournir qu'une profondeur moyenne calculée à partir de ses quatre faisceaux inclinés.



Photo and data courtesy of John Mazurek, USGS.

Profils de vitesse avec moins de bruit aléatoire

Le RS5 SmartPulse+ utilise de nombreux critères différents pour décider du meilleur profil de vitesse pour un échantillon donné. L'un des facteurs les plus importants



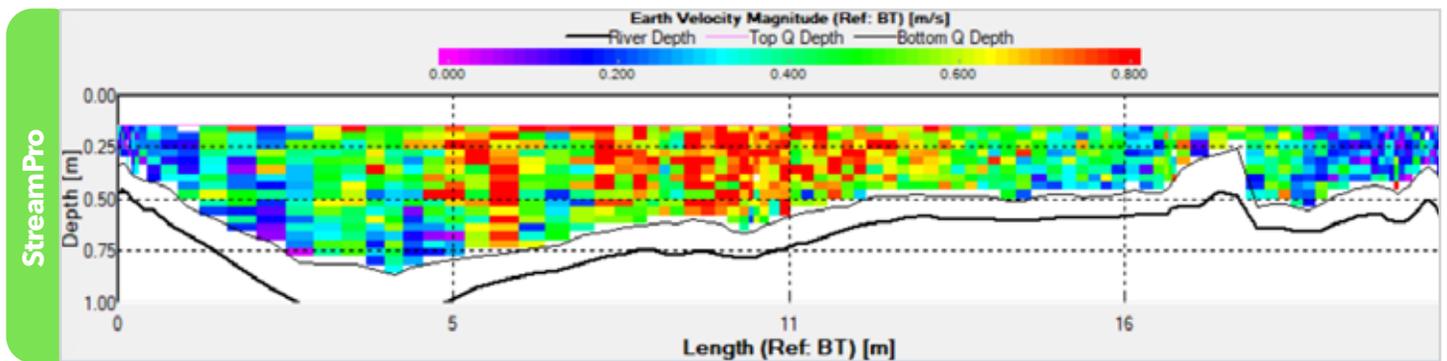
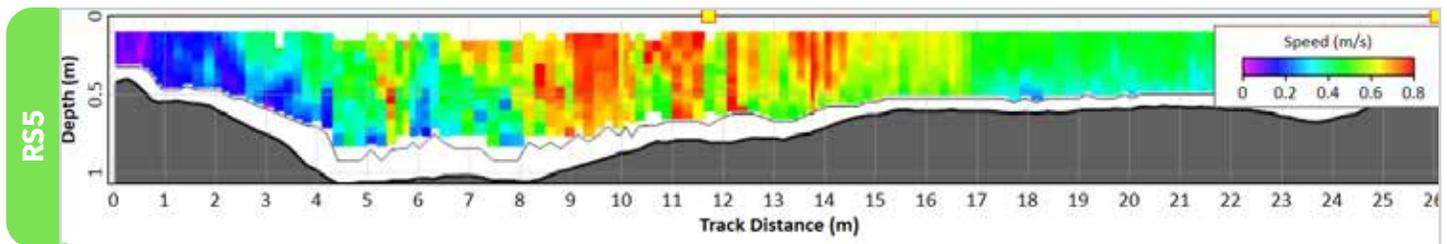
utilisés dans la décision est l'écart-type de vitesse. L'écart-type est une valeur statistique représentant le niveau de bruit d'un échantillon de vitesse donné ; plus l'écart-type est élevé, plus le bruit est important et plus les données semblent "inégales".

Comme on a pris grand soin de réduire le bruit de vitesse mesuré, les données du RS5 sur de nombreux sites auront une résolution plus élevée, alors que d'autres instruments peuvent produire une image du flux à plus faible résolution. Un exemple d'un tel site est montré ici, à la station de jaugeage USGS 07378000 sur la rivière Comite près de Comite, LA (USA).

Alors que la structure générale de l'écoulement peut être observée dans les données StreamPro, avec plus de couleurs rouges près du centre du canal où les vitesses les plus élevées existent, l'ensemble de données RS5 produit un tracé de contour lisse avec un minimum de bruit granuleux



Photo et données avec l'aimable autorisation de James Fountain, USGS.



dans tout le tracé de contour de vitesse. La réduction du bruit fournit les mesures de vitesse les plus précises pour calculer le débit et permet de voir dans le transect diverses caractéristiques à échelle fine qui seraient autrement cachées dans la dispersion des données, comme le petit pic de vitesse près du fond, près de la rive gauche.

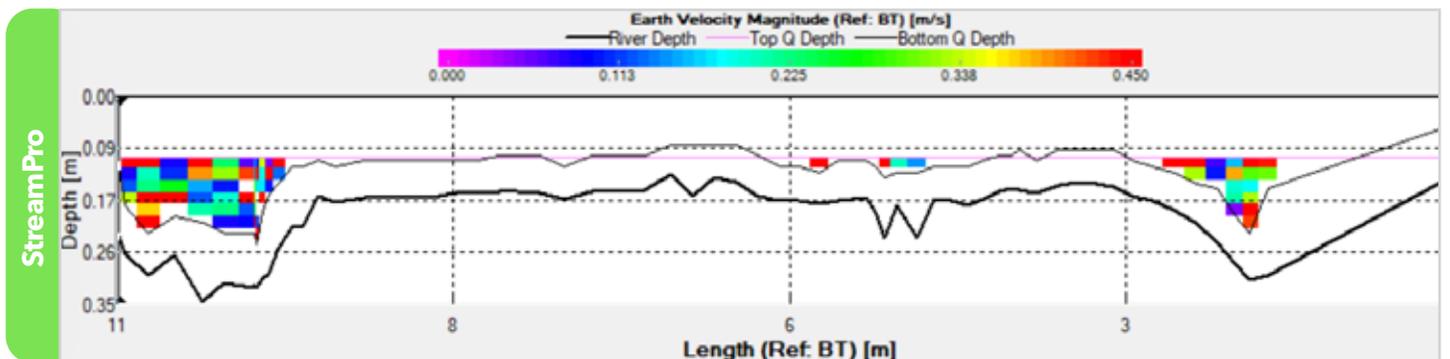
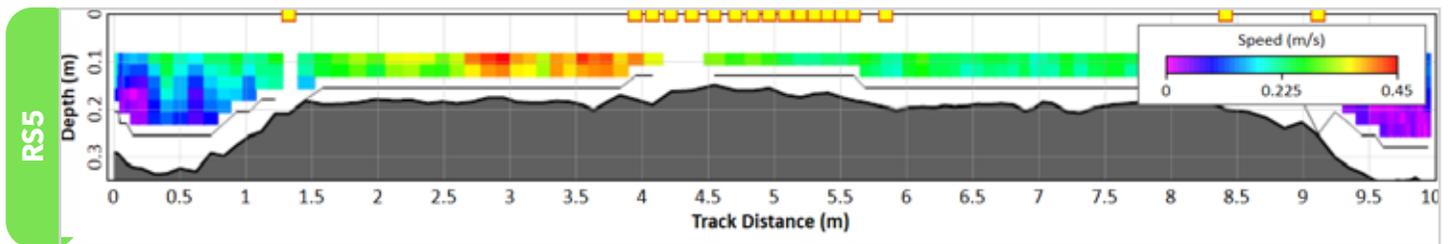
Capacités ultra faibles

La forme compacte du RS5 et son faible encombrement le rendent idéal pour les mesures de débit d'eau peu profonde où l'utilisateur préfère ne pas patauger (avec un FlowTracker, par exemple) ou nécessite un profil plutôt qu'une mesure ponctuelle, lorsque cela est possible. L'algorithme SmartPulse+ est optimisé pour les mesures fines près de la surface, ce qui permet de recueillir les données les moins profondes possibles.

Le RS5 est capable de réaliser des cellules de vitesse à des profondeurs trop faibles pour d'autres instruments. Un exemple est illustré ici, toujours à Asheville, NC (USA), à la station de mesure de l'USGS 03298150.



Photo et données avec l'aimable autorisation de Tim (Shawn) LeMaster, USGS.



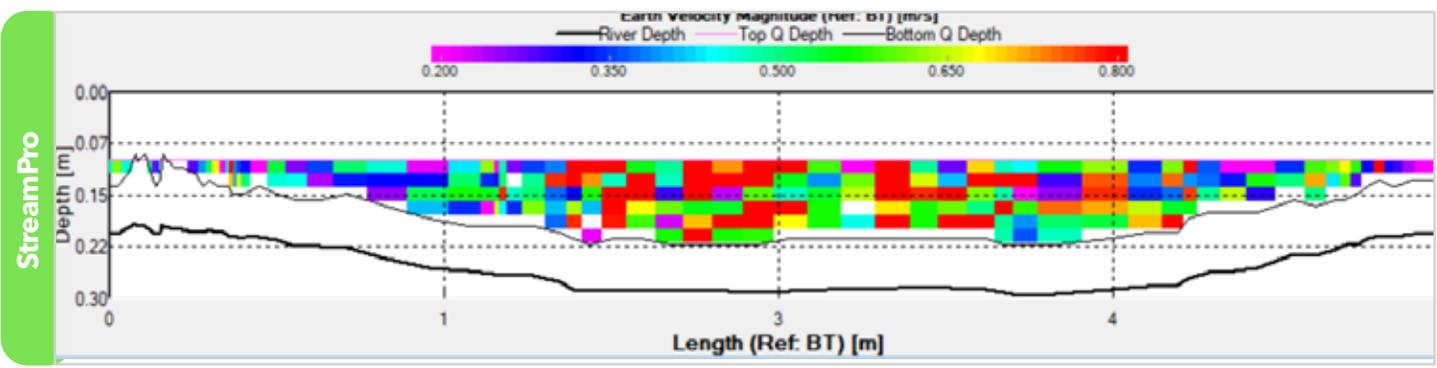
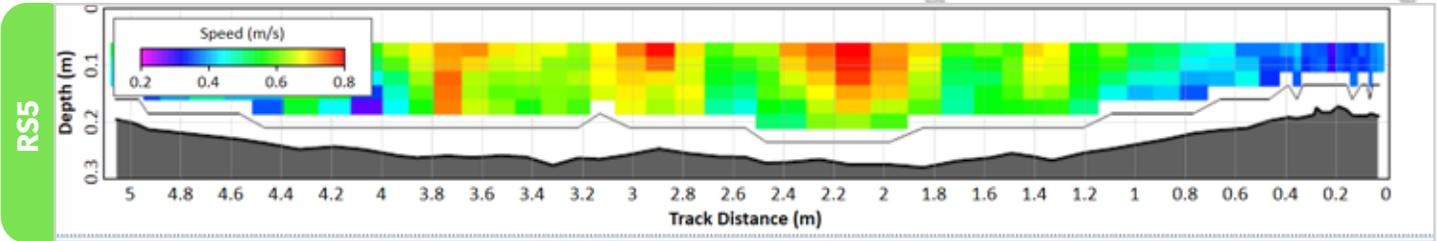
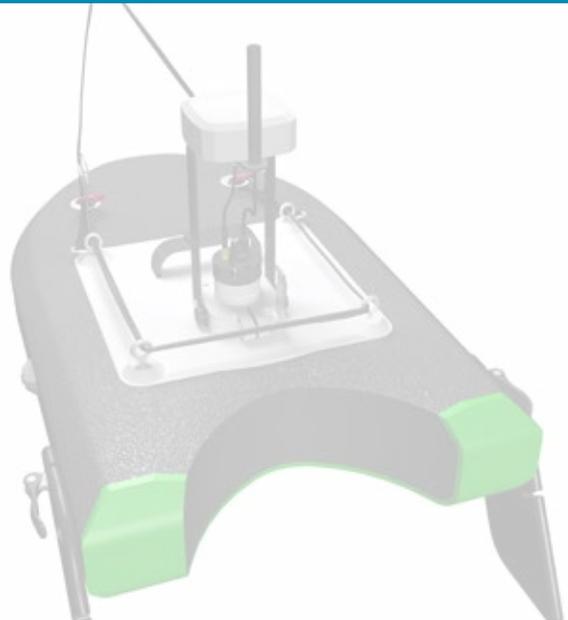
Sur ce site, la profondeur de l'eau atteint environ 13 cm. Bien que le StreamPro ne puisse pas réaliser de cellules ou de profils dans la plupart des régions les moins profondes de la section transversale, le RS5 est capable de renvoyer au moins une cellule (et souvent plusieurs) sur la plus grande partie du transect. Les sites initialement trop peu profonds pour être mesurés avec un ADCP sont maintenant accessibles avec le RS5.



Ingénieur d'application testant le RS5 Application sur site, Yuma, AZ (USA).

Une combinaison des capacités peu profondes du RS5 et de la résolution des données haute définition est montrée dans l'exemple ici, recueillies près de Yuma, AZ (USA).

Ce site peu profond n'atteint pas plus de 30 cm à son point le plus profond. Alors que le Streampro est capable d'obtenir des cellules de vitesse à ces profondeurs, l'algorithme haute résolution du RS5 est capable de mettre en évidence en gradients lisses les zones de plus haut et plus bas débit qui sont perdues dans les données bruyantes du StreamPro.



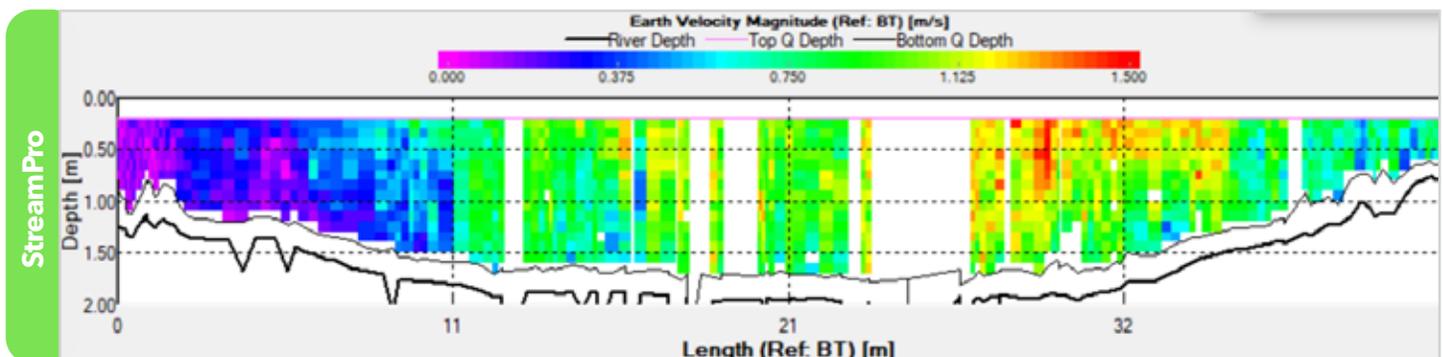
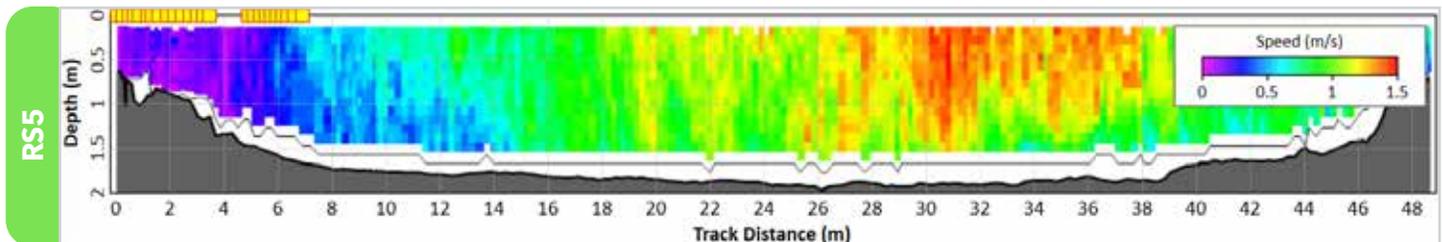
Suivi de détection de fond dans les substrats difficiles

Les algorithmes du RS5 SmartPulse+ s'appliquent à tous les calculs de vitesse, qui incluent à la fois la vitesse de l'eau et le mouvement du bateau, appelé Bottom-Tracking. L'algorithme Bottom-Tracking calcule avec une grande précision le mouvement du bateau sur le sol, qui est ensuite utilisé pour corriger les mesures de vitesse brutes afin de séparer la vitesse de l'eau elle-même. Grâce à l'utilisation des techniques combinées de Broadband et d'auto-résolution Pulse-coherent, le RS5 est capable de réaliser un Bottom-Tracking plus stable et de meilleure qualité que les instruments comparables. Il fournit des données de fond plus fiables dans des conditions acoustiques difficiles (y compris des fonds rocheux très variables et certains types de végétation).

Les mesures suivantes ont été recueillies à la station de mesure de l'USGS 07048600 sur la rivière White près de Fayetteville, AR (USA). La photo du site montre un écoulement semi-turbide avec un transect contenant de gros galets et de la végétation près des bords. Le lit principal du cours d'eau est principalement constitué de graviers. La combinaison d'une charge sédimentaire élevée et des variations du substrat de fond (des galets au gravier) font de ce site un défi pour la détection du fond et le suivi du fond. Grâce à son faisceau vertical, le RS5 est capable de maintenir une mesure de profondeur tout au long du transect et de rapporter de manière fiable la vitesse du Bottom-Tracking par rapport au StreamPro.



Photo et données avec l'aimable autorisation de Neil Holaway, USGS.

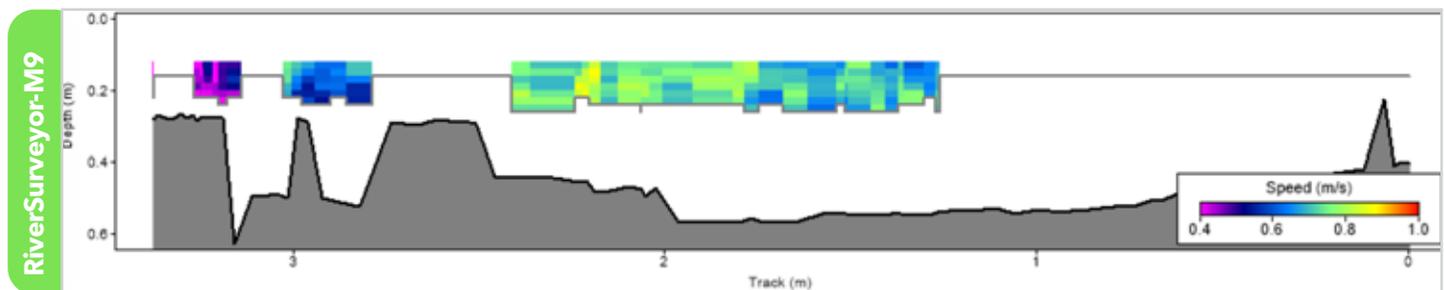
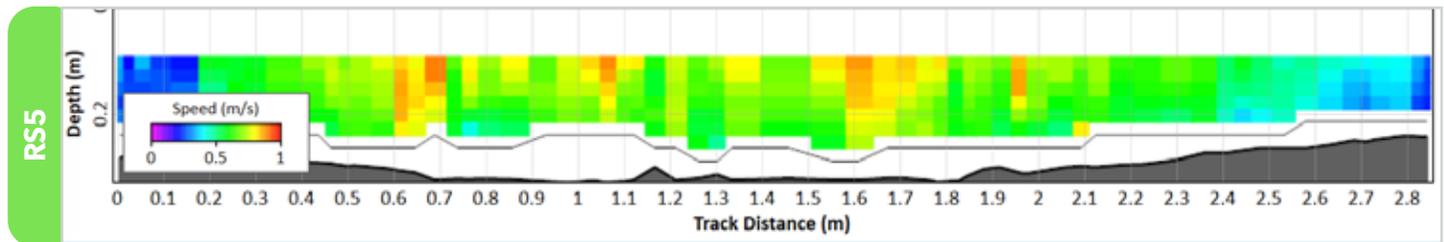
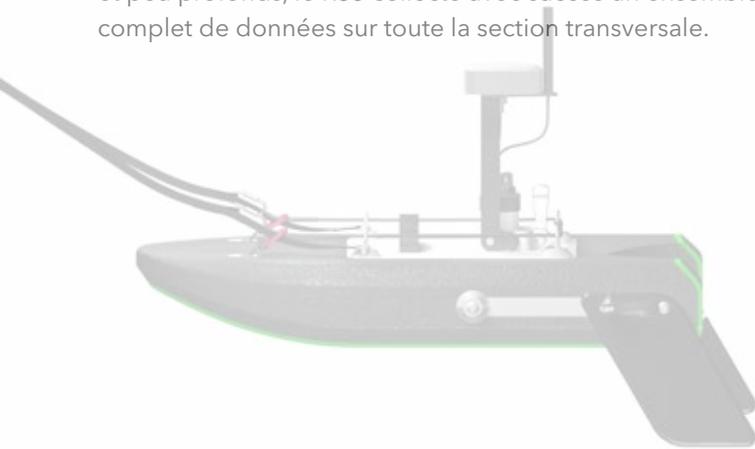


Lors du développement du RS5, les sites qui ont historiquement causé des problèmes de "Bottom-Tracking" pour les ADCP ont été ciblés. L'exemple ci-dessous montre un site, exploité par Canals and River Trust, avec un lit de pierre très variable sous une eau limoneuse à débit rapide (jusqu'à 1 m/s ou 3 pieds/s). Il est situé sur le canal de Bywash au réservoir de Toddbrook à Whaley Bridge près de Manchester, au Royaume-Uni.

La combinaison de ces conditions s'avère très difficile pour le RiverSurveyor M9 de maintenir l'écluse de fond pendant le transect, comme indiqué ci-dessous. Comme l'algorithme de suivi du fond est aidé par un ping et un réglage Pulse-coherent auto-résolu spécifiquement pour ces sites difficiles et peu profonds, le RS5 collecte avec succès un ensemble complet de données sur toute la section transversale.

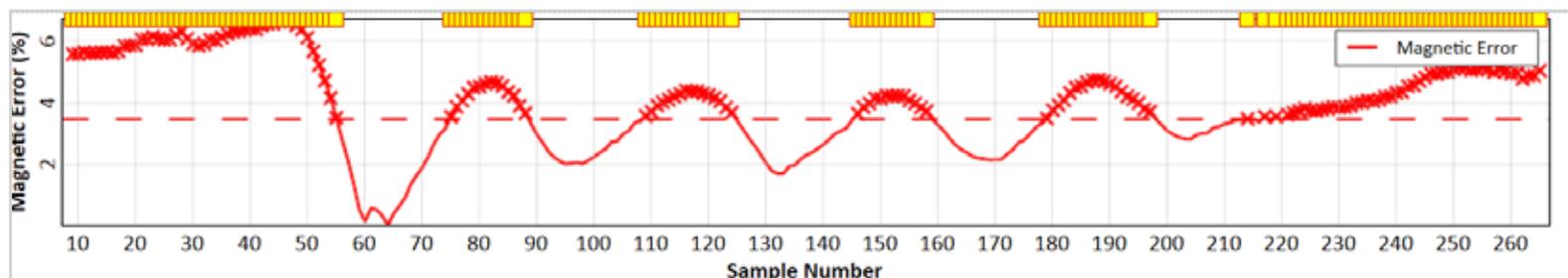


Photo et données avec l'aimable autorisation de Nick Martin, Xylem UK, et du Canals & Rivers Trust



Les autres particularités du RS5

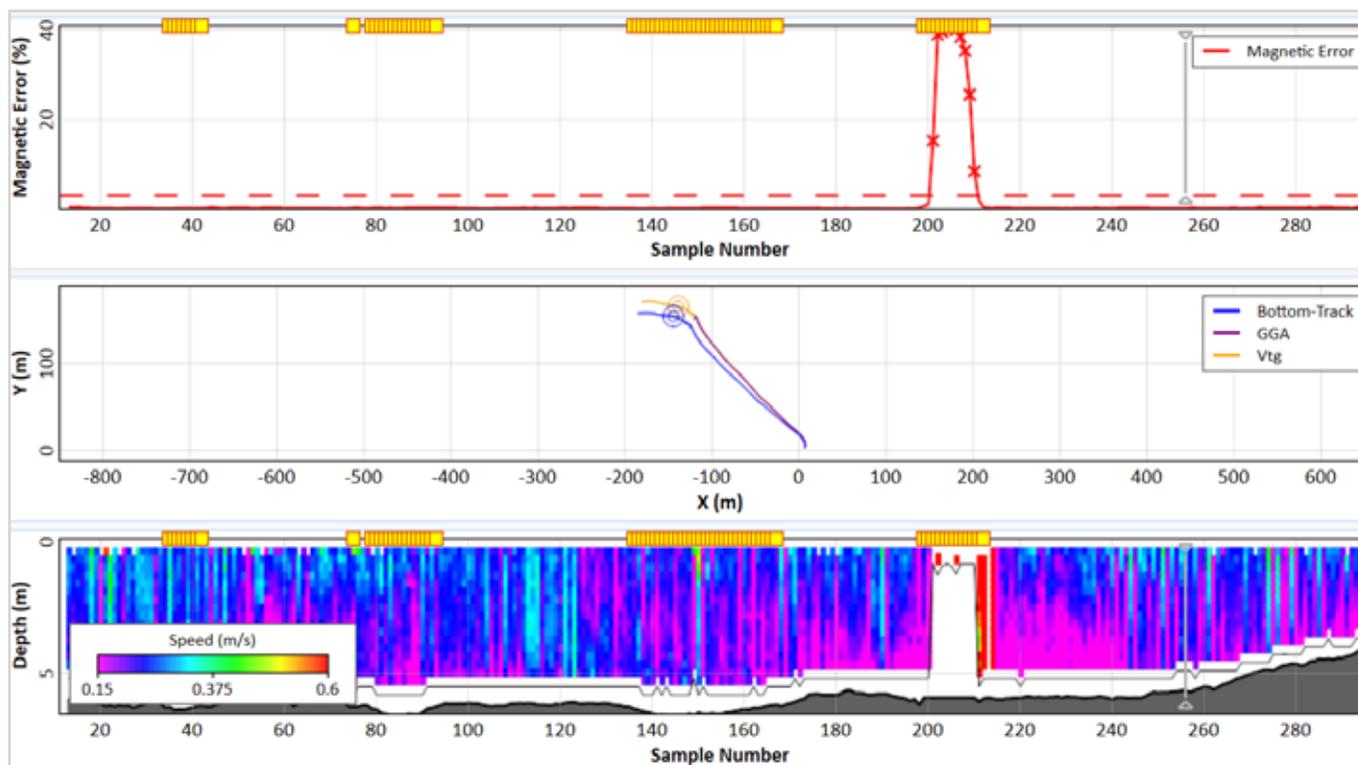
Contrairement au StreamPro, le RS5 est équipé en série d'un compas magnétique, qu'il s'agisse du modèle Standard (sans GPS/GNSS) ou Max (avec GPS/GNSS). Cela permet à l'utilisateur de collecter des tests de lit mobile en boucle et des mesures de débit stationnaires (à venir). Le compas magnétique RS5 est le même compas de haute qualité construit par SonTek que celui utilisé dans les systèmes M9/S5 (souvent appelé compas "G3") et fournit un retour d'erreur magnétique en temps réel. Dans l'exemple ci-dessous, le RS5 a effectué un transect en amont du pont représenté.



L'erreur magnétique est signalée avec des avertissements (hachures rouges) lorsque le système s'approche de chaque pile de pont, indiquant que l'erreur magnétique dépasse la limite d'étalonnage pour un débit précis.

Reconnexion automatique et mise en mémoire tampon des données pendant 5 minutes

Le RS5 est doté d'une robuste fonction de reconnexion automatique qui rétablira la connexion Bluetooth en cas de perte. Des choses inattendues se produisent toujours sur le terrain, notamment la perte de la ligne directe du site, des incidents avec l'antenne radio ou la radio USB, une perte de puissance, ou comme dans le cas suivant, le retournement complet du bateau par accident, entraînant une perte de communication. Le RS5 et le bateau sont restés sous l'eau pendant environ 10 secondes (pendant la période indiquée dans la figure) avant d'être redressés, et la connexion par le logiciel RSQ a été immédiatement rétablie sans aucune intervention de l'utilisateur.



En cas de perte de connexion, le RS5 stocke les données de sauvegarde en interne pendant 5 minutes maximum. Lorsque les communications sont rétablies, les données sont retransférées vers l'ordinateur et triées en conséquence, de sorte qu'aucune donnée n'est perdue pendant les 5 minutes de communication. Ce tampon de données offre un moyen de préserver les échantillons en cas de perte de communication, de sorte que le transect n'a pas besoin d'être répété.

Remarques Finales

Le SonTek RS5 intègre à la fois des innovations en matière de technologie acoustique et des années de retour d'expérience des clients sur l'acoustique et l'interfaçage des logiciels, afin de fournir des données de la plus haute qualité et une expérience utilisateur des plus fluides. L'algorithme SmartPulse+ et les nouveaux développements acoustiques permettent au RS5 d'atteindre et de dépasser les capacités de qualité et de résolution des données par rapport à d'autres systèmes de mesure de la débit. Les exemples de données présentés dans cette note technique couvrent un large éventail de conditions de site et d'applications et montrent la puissance d'un moteur acoustique complexe sous une forme physique réduite.

Xylem Analytics France
29 rue du Port
92022 Nanterre, FRANCE

+33(0)9 77 40 55 21
analytics.commercial-fr@xylem.com
SonTek.com



Sound Principles.
Good Advice.

[SonTek.com/RS5](https://www.sonetek.com/RS5)