Rapport technique / domaine du génie civil

Contenu : Pelle hydraulique équipée d'un système de guidage GPS

Rédaction : Quentin Currat / Etudiant ETC 3ème / 1635 La Tour-de-Trême
Gaétan Mouron / Etudiant ETC 3ème / 1675 Blessens
Date : 5 février 2021 / correction

Introduction

Pourquoi équiper une pelle hydraulique d'un système de guidage GPS ?

Aujourd'hui, nous sommes sans cesse à la recherche d'optimisations, tout en travaillant avec exactitude. Ce système nous permet d'être précis et plus efficaces tout en économisant de la main-d'œuvre.

Le guidage de machines de chantier permet de travailler sans implantation préalable. Cette nouvelle technologie ne demande pas de personnel supplémentaire en tant qu'aide au machiniste pour l'implantation et le respect des niveaux.

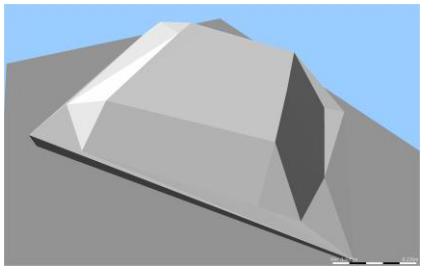
Le système de guidage de machine est une aide pour l'autonomie d'un machiniste. Il permettra également de créer de nouveaux postes de géomaticiens ou géomètres d'entreprise et dessinateurs. Aujourd'hui, avec la complexité de certains chantiers, le guidage d'engins devient un outil indispensable. Imaginez-vous un chantier aux gros mouvements de terre, la mise en place de celle-ci sur plusieurs centaines de mètres de longueur, voire des kilomètres. Nous avons toujours la capacité de le faire traditionnellement mais le marché actuel et les conditions imposées par les délais ne nous le permet plus. Le guidage d'engins fournit au chantier des plans en 3D en temps réel et une exactitude sans précédent.

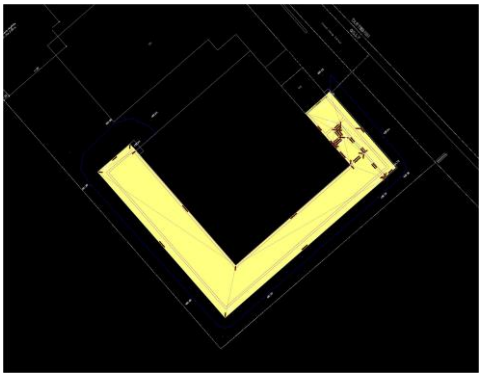
Différentes marques proposent cette méthode (Leica, Trimble et Topcon...). Durant notre présentation, dans un premier temps, nous exposerons un avant-projet réel (modélisation de l'agrandissement d'un réservoir d'eau en phase terrassement). Puis, le matériel à équiper sur une pelle hydraulique ainsi que les accessoires. Ensuite, nous continuerons avec les explications du processus d'installation du système de guidage GPS sur pelle hydraulique ainsi qu'une présentation des coûts d'équipement. Finalement, nous aborderons les avantages et les inconvénients du système de guidage GPS et conclurons avec notre expérience auprès de la maison Camandona SA à Crissier.

Préparation de l'avant-projet

Lors de l'utilisation de notre système GPS, nous devons en amont connaître le chantier concerné et surtout l'élaboration du projet. L'avant-projet sera exécuté dans la plupart des cas par un géomètre qui aura en sa possession le projet final et les relevés topographiques du terrain naturel existant. Il utilisera un programme tel que Géomensura ou un programme similaire afin de modéliser le futur terrassement.

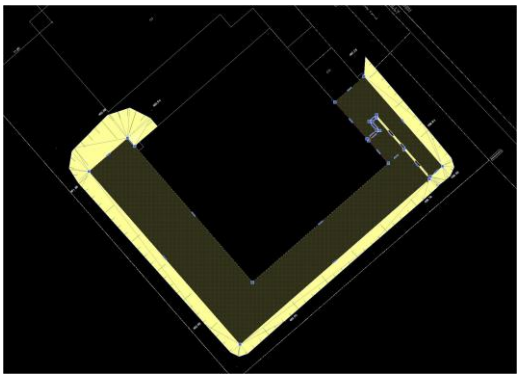
1) Relevé de terrain naturel par l'entreprise ou un tiers et modélisation du terrain naturel existant.



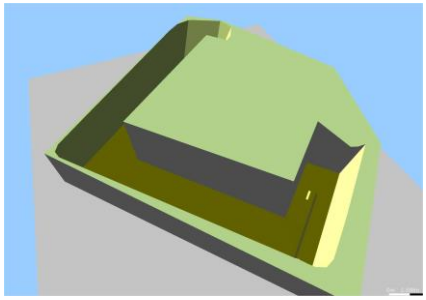


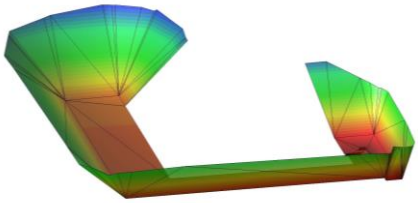
2) Création des plateformes en se basant sur les plans initiaux du projet de construction (terrassement).

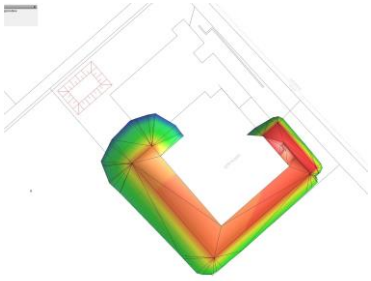
3) Calcul des talus en prenant en compte des données relatives au terrain existant (avis du géotechnicien si grande profondeur).



4) Aperçu du projet de terrassement en 3D. La modélisation finale aura comme but d'être intégrée dans le boîtier de commande de notre pelle GPS.







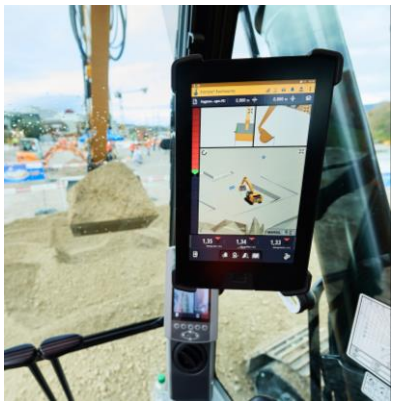
Mise en place du matériel sur la pelle hydraulique

1) Récepteurs GNSS / pour la définition précise de l'emplacement de la machine. Ils reçoivent directement les informations de plusieurs satellites (des constellations mondiales : GPS – Américains, Glonass – Russe, Beidou – Chinois et Galileo – Européen).

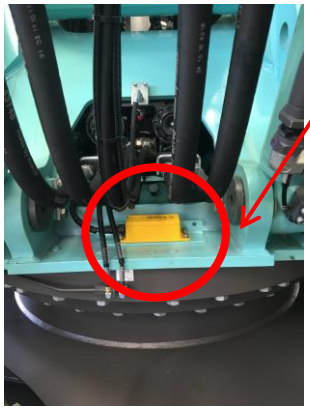
2) Capteur de rotation / pour avoir en temps réel la position angulaire de chaque pièce du bras de la machine.

3) Capteurs d'inclinaison du godet / pour avoir en temps réel la position angulaire de ce dernier et connaître son angle d'ouverture « Il y a deux capteurs pour l'inclinaison du godet ».

4) Modem / sert « à recevoir des données de correction de positionnement, fournies par l'Office fédéral de topographie via Internet, pour obtenir une précision de quelques centimètres ».



5) Boîtier de cabine / périphérique qui permettra au machiniste de visualiser les informations de creuse, de remblayage ou de réglage en temps réel.



6) Capteur d'assiette de la machine / pour connaître l'inclinaison de la cabine et du châssis de la machine.

Processus d'utilisation du système GPS sur la pelle hydraulique

Le géomètre transmet au machiniste les données afin qu'il puisse les introduire à l'intérieur du boîtier de la pelle hydraulique à l'aide d'une clef USB (dans notre exemple). Cette dernière viendra se brancher au boîtier qui affichera les informations. A partir de ce moment-là, le machiniste paramètre son type de godet, il contrôle son usure et peut commencer le terrassement.

Coût de l'installation

Ci-dessous, nous avons établi deux tableaux bien distincts. Le premier concerne les investissements de l'inventaire et des licences qui serviront aussi à d'autres chantiers. Le second tableau permet de définir approximativement le coût d'une journée de formation pour le personnel.

Analyse du coût pour le matériel :	
Pré-équipement (câblage et capteurs)	CHF 20'000.00
Paires de récepteurs GNSS avec licence	CHF 30'000.00
Boîtier de contrôle, mini PC	CHF 10'000.00
Total inventaire	CHF 60'000.00
Analyse du coût pour la formation :	
Formateur	8h * CHF 120.00 = CHF 960.00
Géomètre	8h * CHF 100.00 = CHF 800.00
Machiniste	8h * CHF 80.00 = CHF 640.00
Total formation	CHF 2'400.00
Coût total	CHF 62'400.00

Avantages et inconvénients

Les avantages de ce système sont principalement le gain de temps et l'autonomie du machiniste. En effet, lors d'un terrassement, le machiniste pourra travailler seul à l'aide de l'écran dans sa cabine et des différents capteurs sur le bras de sa machine. Entre autre, le nombre de fois qu'il passera sur une surface pour arriver au résultat souhaité est largement diminué. Le géomètre s'assurera de la transmission du projet nécessaire au terrassement. De plus, toutes les modifications des données peuvent se faire rapidement. A l'aide de l'écran dans la cabine de la pelle hydraulique, le machiniste dispose des informations essentielles pour effectuer l'excavation de manière précise sans avoir recours à un ouvrier pour tracer les talus ou pour déterminer le niveau de fond de fouille avec une perche. De plus, le travail exécuté en amont sera une économie de temps dans les métrées du conducteur de travaux qui n'aura qu'à reprendre les quantités indiquées lors de la réalisation de l'avant-projet.

Les inconvénients de ce dispositif sont le coût de l'installation, la formation du « géomètre » ainsi que du machiniste et les pertes de connexion ou perte de signal. Ce système demande une bonne réflexion au stade de la préparation du chantier car le géomètre devra modéliser et préparer les données du projet pour les insérer à la machine. Un temps de préparation relativement important est nécessaire. Ce travail peut être réalisé par des ressources internes à l'entreprise ou par un partenaire comme Sitech qui propose aussi ces genres de prestations. Le personnel qui utilisera le dispositif 3D devra suivre une formation pour avoir les connaissances requises au bon déroulement du terrassement. Les pertes de connexion peuvent survenir lors de travaux dans les forêts ou entre des bâtiments de grandes hauteurs. En fonction de ce qui précède, on peut en déduire que ce système sera simple à utiliser sur des chantiers de taille moyenne à grande taille mais en fonction de la configuration des lieux pourra nécessiter des ajustements pour de tous petits chantiers.

Conclusion

Pour conclure, notre métier est en perpétuelle évolution que ce soit par de nouveaux procédés de fabrication ou de technologie. Nous devons rester attentifs aux innovations qui nous permettent de faire évoluer le domaine de la construction.

Si nous voulons être attrayants sur le marché face à la concurrence, nous nous devons d'investir dans de tels procédés. Ce système innovant nous permettra d'utiliser la technologie d'aujourd'hui pour augmenter nos rendements et diminuer nos coûts face à notre main d'œuvre. De plus, ce dispositif est facile à comprendre et à mettre en place. Le coût total pour équiper une machine ainsi que la formation du géomètre et du machiniste seront rapidement rentabilisés. Nous ne serons plus dans le besoin de tracer les talus avec du spray de marquage, planter des piquets ainsi que de tirer des ficelles pour prendre des mesures. De ce fait, notre travail sera précis tout en supprimant une source d'erreurs notamment lors de la lecture de plan. L'installation de cet équipement peut se faire sur d'autres engins de terrassement tels que les bulldozers et les graders lors de nivellement de terrains pour de futures voies de circulations ou autres.

Remerciements

Un tout grand merci à l'entreprise Camandona SA et à leur géomètre de nous avoir présenté, sur le terrain, le système des pelles hydrauliques avec guidage GPS. De plus, nous remercions le représentant de l'entreprise Sitech pour les réponses précises et complètes à nos questions.

Sources

https://sitech.ch

https://leica-geosystems.com