

RAPPORT COMPARATIF :

ÉTUDE D'INFORMATION SUR
CHANTIER CATERPILLAR





+ LA VOIE DE LA RENTABILITÉ : COMPARAISON DES GAINS ENTRE L'UTILISATION DE MÉTHODES TRADITIONNELLES ET L'UTILISATION DE LA TECHNOLOGIE DANS LA CONSTRUCTION ROUTIÈRE

Rédigé par : Lonnie J. Fritz – Consultant dans le domaine de l'industrie de la construction lourde
Timothy E. Noon – Consultant en solutions et technologie

OBJECTIF

Cette étude a été menée pour quantifier et illustrer les avantages que la technologie apporte à l'environnement, au projet, au client et à l'entrepreneur tout au long de la chaîne de valeur d'une étude comparative de la construction de route. L'étude compare les ressources requises et consommées en utilisant des méthodes de construction traditionnelles par rapport aux méthodes utilisant la technologie. Ce rapport abordera et illustrera les réductions de la durée du projet, des heures d'utilisation des équipements, de la consommation de carburant, du coût total de la machine, des heures de travail de l'opérateur, des heures de travail et du total des heures de main-d'œuvre, tout en soulignant également les améliorations de la sécurité, de la précision et de la rentabilité.



**31%
MOINS
HEURES DE
MAIN-D'OEUVRE**

+ RÉSUMÉ

La technologie fait évoluer les processus de construction et la façon dont les projets sont gérés et construits. Le travail au feeling, le marquage et piquetage manuel, l'évaluation visuelle de la pente ou de la charge utile d'un camion et la vérification de la densité après le compactage, ainsi que d'autres processus traditionnels, sont remplacés par des rovers GPS, une cinématique embarquée en temps réel et des technologies de nivellement, de charge utile et de compactage qui fournissent des informations en temps quasi réel et évite pratiquement de recourir à du personnel supplémentaire. Le développement du niveau 4 de l'EPA (Environmental Protection Agency) est derrière nous et la technologie est passée au premier plan.

Pour démontrer ces évolutions qui changent la donne dans l'industrie, Caterpillar a mené une étude comparant les méthodes traditionnelles et technologiques de construction de routes pour montrer comment la technologie Cat® – en particulier Cat GRADE, Cat COMPACT et Cat PAYLOAD – peut améliorer la sécurité et la productivité, la rentabilité des clients et permettre de gagner du temps. Pour réaliser l'étude, une section de route de 122 m a été construite avec des machines équipées et non équipées de la technologie Cat. L'étude a été menée sur le terrain d'essais de Caterpillar à East Peoria, Illinois.

**Aujourd'hui, c'est
la technologie qui
change le plus la donne
dans le secteur de la
construction de route.**

L'étude a comparé les méthodes de construction pendant les phases d'analyse du site, de tracé de la construction, de terrassement, de nivellement et de pavage. Toutes les ressources en main d'œuvre, en équipement, en matériel et en carburant nécessaires à la construction des sections de route en miroir, avec et sans technologie, ont été documentées. Pendant toute la durée de l'étude, les ouvriers, les opérateurs, les responsables sur le terrain et les arpenteurs sont restés les mêmes. À l'issue de l'étude, les données ont été compilées et comparées. Les résultats et les avantages associés à l'utilisation de la technologie sont présentés dans ce rapport.

+ SPÉCIFICATIONS DES MACHINES CAT®

Afin de reproduire un chantier authentique, cette étude a également utilisé des équipements concurrents :

- Les chantiers actuels se composent souvent de flottes mixtes où aucune marque n'est exclusive au client ou au chantier.
- En raison de cette réalité, la technologie Cat a été conçue pour être utilisée sur des flottes mixtes.

	TECHNOLOGIE CAT							
	LINK	GRADE			COMPACT	PAYLOAD		
ÉQUIPEMENT CAT	PRODUCT LINK	UTS ¹	GNSS ²	SLOPE	ASSIST	COMPACTION CONTROL	CPM ³	3D MAPPING
140M3 (Niveleuse)	X	X	X					
349E (Pelle hydraulique)	X							
745C (Tombereau articulé)	X						X	
815F (Compacteur de sol)	X					X		X
980M (Chargeuse sur pneus)	X						X	
AP655F (Finisseur à chaînes)	X	X						
CB54 XW (Compacteur d'asphalte)	X					X		X
CS54 (Compacteur de sol)	X					X		X
CT660 (Camion routier)	X							
D5K (Tracteur)	X							
D6T (Tracteur)	X		X	X	X			
247B (Chargeuse tout-terrain)	X							
ÉQUIPEMENT DE LA CONCURRENCE								
Trimble ZX5 (UAV- drone)								X
Komatsu D61 (Tracteur)	X							
Volvo A40F (Tombereau articulé)	X							
Camion Ford Pickup	X							
Camion Ford Pickup	X							

1. Station totale universelle

2. Système mondial de navigation par satellite

3. Mesure de la production Cat

COMPARAISON DES MATÉRIAUX

PHASE	MÉTHODE TRADITIONNELLE	MÉTHODE TECHNOLOGIQUE
Tracé de la construction	(21)Piquets et lattes en bois	(3)Piquets et lattes en bois - Points de contrôle seulement
Terrassement	Sol sur site	Sol sur site
Nivellement de la couche granulaire	Agrégat CA-6 importé	Agrégat CA-6 importé
Contrôle du niveau de finition	(22) Piquets et cordeaux	Station totale universelle (UTS)
Pose	Unité de fraisage RAAM 6	Unité de fraisage RAAM 6

	TRADITIONNEL PAR RAPPORT À L'OFFRE	TECHNOLOGIE PAR RAPPORT À L'OFFRE	TECHNOLOGIE PAR RAPPORT À TRADITIONNEL	PRÉCISION TRADITIONNELLE PAR RAPPORT À QUANTITÉ PLANIFIÉE	PRÉCISION TECHNOLOGIE PAR RAPPORT À QUANTITÉ PLANIFIÉE
VOLUME DE DÉBLAI	110%	101%	9%	10%	1%
VOLUME DE REMBLAI	85%	98%	-13%	-15%	-2%
COUCHE GRANULAIRE	113%	103%	10%	13%	3%
CHAUSSÉE EN ENROBÉ	110%	101%	9%	10%	1%
COUCHE ARABLE	105%	101%	4%	5%	1%

DÉFINITIONS DE LA COMPARAISON DES MATÉRIAUX :

Traditionnel par rapport à l'offre - Une mesure de la quantité réelle de matériaux utilisés par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre en utilisant des méthodes de construction traditionnelles.

Technologie par rapport à l'offre – Une mesure de la quantité réelle de matériaux utilisés par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre en utilisant la technologie.

Technologie par rapport à Traditionnel – La différence entre la consommation de matériaux utilisant la technologie et les méthodes de construction traditionnelles par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre.

Précision traditionnelle par rapport à la quantité planifiée – La différence entre la quantité réelle de matériaux utilisés en utilisant des méthodes de construction traditionnelles par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre.

Précision technologique par rapport à la quantité planifiée - La différence entre la quantité réelle de matériaux utilisés en utilisant des méthodes technologiques par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre.



+ APERÇU DE LA CONSTRUCTION DE ROUTE TRADITIONNELLE

ANALYSE TRADITIONNELLE DU SITE

Avant l'arrivée de tout équipement de construction sur le chantier, la zone de travail a été relevée manuellement à l'aide d'une station totale universelle (UTS) pour enregistrer la topographie existante. Ce processus nécessitant beaucoup de main-d'œuvre a été effectué pour vérifier les niveaux réels du site par rapport à ceux indiqués sur les plans. Ce processus a été répété et les résultats ont été comparés aux relevés précédents tout au long des phases du projet afin de suivre l'avancée.



L'utilisation de méthodes traditionnelles d'analyse du site et de tracé de la construction requiert beaucoup de temps et de main d'œuvre.

PHASE DE TRACÉ DE LA CONSTRUCTION

La phase de tracé de la construction constitue la première des quatre phases. Les points de contrôle existants ont été vérifiés et des points de contrôle supplémentaires, nécessaires pour la phase de tracé, ont été fixés. Des bornes et des piquets ont ensuite été enfoncés à des intervalles de 50 pieds (15,25 m) sur des stations régulières de 50 pieds (15,25 m) sur les lignes gauche et droite de la voie. Ce processus a nécessité l'intervention de trois employés. L'élévation et l'emplacement de chacun des 18 bornes ont été relevés. En appliquant le plan du projet, les niveaux et les inclinaisons ont été calculés et publiés. Ce processus a pris environ deux heures.



+ CONSTRUCTION DE ROUTE TRADITIONNELLE : ÉTAPE PAR ÉTAPE

ÉTAPE 1 : Le processus traditionnel de construction d'une route a commencé par une étude du site à l'aide d'une UTS pour enregistrer les points de données qui ont été utilisés pour vérifier la topographie du chantier.

ÉTAPE 2 : Après vérification, la phase de tracé de la construction a commencé. Au cours de cette phase, une équipe de trois ouvriers a posé des bornes et des piquets, puis a calculé et publié les niveaux et les inclinaisons. Il a fallu à l'équipe environ deux heures pour terminer le tronçon de 122 mètres de la chaussée.

ÉTAPE 3 : Une fois le tracé de la construction terminé, les distances des pentes du bord de l'accotement ont été mesurées à partir des bornes pour définir les emplacements du bord de l'accotement de la chaussée.

ÉTAPE 4 : La phase de terrassement a commencé par la préparation du sol existant en le scarifiant, en le compactant et en testant sa densité. Ce processus a été répété jusqu'à ce que la densité souhaitée soit atteinte.

ÉTAPE 5 : Le matériau sur site a ensuite été déblayé dans les tranchées, étalé et compacté dans les zones de la chaussée nécessitant un remplissage. Les déblais n'étaient pas suffisants pour atteindre les niveaux de sol de fondation souhaités, ce qui a nécessité l'apport de matériaux supplémentaires sur le chantier. Ces matériaux sont appelés « déblais d'emprunt ».

ÉTAPE 6 : Pendant la phase de nivellement, la couche granulaire a été livrée, étalée et compactée. Une fois cette étape terminée, la terre végétale a été importée et étalée dans les tranchées.

ÉTAPE 7 : Les bornes, les piquets, les cordeaux ont été placés et vérifiés pour le nivellement et le pavage de finition.

ÉTAPE 8 : Au cours du processus de nivellement de finition, une équipe de trois ouvriers a utilisé le même cordeau pour vérifier le niveau, en donnant des instructions répétées aux opérateurs de nivellement de finition, jusqu'à ce que les niveaux proposés soient atteints.

ÉTAPE 9 : Le même cordeau a ensuite été utilisé par l'équipe de pose pour guider la table et vérifier la bonne élévation du revêtement.



+ APERÇU DE LA CONSTRUCTION DE ROUTE EN UTILISANT LA TECHNOLOGIE

ANALYSE TECHNOLOGIQUE DU SITE

Avant de mobiliser le moindre équipement de construction sur le chantier, six cibles de contrôle au sol ont été fixées par un véhicule aérien sans pilote (UAV), qui a ensuite survolé la zone pour effectuer une étude du site en quelques minutes.



Grâce aux outils technologiques, une étude de site peut être réalisée en une fraction du temps requis pour les méthodes traditionnelles.

PHASE D'IMPLANTATION DE LA CONSTRUCTION

Grâce à la multitude de points de données et d'images recueillis lors de ce premier vol et de ceux qui ont suivi, la progression a été suivie et mesurée tout au long des phases de construction et les volumes de terrassement ont été calculés et documentés. Aucun moyeu ou piquet n'a été utilisé, ce qui a nécessité moins d'heures de travail. Les plans ont été chargés dans les systèmes de contrôle et de guidage de la machine pour réaliser le projet en près de deux fois moins de temps.

+ CONSTRUCTION DE ROUTE TECHNOLOGIQUE : ÉTAPE PAR ÉTAPE

ÉTAPE 1 : Le processus technologique de construction de route a commencé par le survol d'un drone pour enregistrer des points de données qui ont été utilisés pour cartographier et vérifier la topographie du chantier.

ÉTAPE 2 : Grâce à la technologie de contrôle et de guidage de la machine, le conducteur de la niveleuse a scarifié le sol existant tout en naviguant le long de la ligne de travail du bord de l'accotement, comme le montre l'écran de l'opérateur.

ÉTAPE 3 : Le sol existant a ensuite été compacté à l'aide d'un compacteur de sol doté de la technologie de compactage intelligent embarquée.

ÉTAPE 4 : Après avoir effectué la vérification de la densité par un inspecteur des sols géotechniques, le déblaiement du sol a commencé.

ÉTAPE 5 : Les matériaux ont été déblayés dans les tranchées et déplacés dans un premier temps vers une zone de remplissage sans que des passages supplémentaires ne soient nécessaires.

ÉTAPE 6 : L'inclinaison de la tranchée a été déblayée à l'a hauteur prévue et préparée pour la terre végétale. Pendant ce temps, les déblais ont été étalés à l'épaisseur appropriée avant d'être compactés.

ÉTAPE 7 : Des charges utiles optimisées de déblais d'emprunt ont été transportées, étalées, compactées et nivelées pour compléter le remplissage.

ÉTAPE 8 : La couche granulaire a été livrée, étalée et compactée.

ÉTAPE 9 : Un compactage intelligent a été utilisé pour éviter les zones manquantes et un mauvais compactage des agrégats.

ÉTAPE 10 : La terre végétale a été livrée et étalée dans les tranchées selon l'épaisseur et la pente transversale prévues, à l'aide de la technologie des pentes transversales.

ÉTAPE 11 : Une UTS a éliminé l'utilisation d'un cordeau. Grâce à l'UTS, la couche granulaire a été finie au niveau du sol et la chaussée a été posée en utilisant la même UTS.

ÉTAPE 12 : L'utilisation du compactage intelligent a permis de garantir une qualité optimale.

ÉTAPE 13 : Les avantages de l'utilisation de la technologie ont été reconnus tout au long du projet.



+ PHASE DE TERRASSEMENT TRADITIONNEL

Une fois le tracé de construction réalisé, la phase de terrassement a commencé. Cette phase a consisté à préparer la pente existante, à creuser la tranchée, à importer le matériau de remblai et à le compacter.

ÉTAPE 1 : Pour définir l'emplacement de la chaussée d'un bord à l'autre de l'accotement, et en utilisant les informations fournies lors de la phase du tracé de la construction, les distances de d'inclinaison du bord de l'accotement ont été mesurées et marquées par l'équipe.

ÉTAPE 2 : La pente existante a été préparée pour le matériau de remblai par le biais d'une scarification, d'un compactage, d'un test de densité, d'un recompactage et d'un nouveau test afin de vérifier la densité de passage. Le recompactage et les essais supplémentaires sont le résultat de l'utilisation de moyens et de méthodes traditionnels pour obtenir et vérifier le compactage.

ÉTAPE 3 : Chaque distance de point d'articulation et chaque valeur de déblai/remblai de la section transversale de la chaussée ont été mesurées et tirées à partir des bornes à l'aide de rubans à mesurer, de niveaux à bulle et de règles. Les emplacements et valeurs correspondants ont été marqués sur le sol pour que les opérateurs puissent les suivre. Le matériau provenant des fossés de drainage a été extrait, étalé et compacté sur les zones de remplissage de la chaussée.

ÉTAPE 4 : Comme le projet était « court » en matériaux, les déblais d'emprunt ont été importés sur le chantier, étalés et compactés pour obtenir les niveaux de sol de fondation fini proposés. Le nombre de passages requis par les machines pour accomplir leurs tâches a généré des opérations répétitives de vérification du travail, y compris la mesure et le marquage des distances d'inclinaison et la prise de vue et la publication des valeurs de déblai/remblai.





+ PHASE DE TERRASSEMENT EN UTILISANT LA TECHNOLOGIE

Les plus grands avantages de la technologie ont été reconnus lors des phases de terrassement et de nivellement. Grâce à la technologie, les opérateurs ont travaillé en toute confiance, sans difficulté et avec précision. Les écrans installés dans la cabine permettent de contrôler la machine, le guidage, le compactage, la charge utile et la progression en un coup d'œil, ce qui permet aux opérateurs de rester informés et concentrés.

ÉTAPE 1 : Équipé de la technologie de commande et de guidage de la machine par GPS, l'opérateur de la niveleuse a suivi le travail en ligne des bords gauche et droit de l'accotement pour scarifier le sol existant. Le plan du projet étant chargé directement dans la machine et affiché sur l'écran de l'opérateur, il n'a pas été nécessaire de définir les paramètres de la chaussée ou des accotements.

ÉTAPE 2 : Le compacteur de sol, équipé du système de compactage intelligent et de cartographie MDP (Machine Drive Power), a compacté la zone scarifiée conformément aux spécifications, avec la preuve d'un compactage complet. Le contrôle et le guidage de la machine, ainsi que la technologie de compactage intelligent, ont remplacé les processus manuels. Cela a permis de réduire le nombre de passages de la machine et d'éliminer le compactage excessif ou insuffisant, et le renouvellement des tests, deux facteurs d'augmentation du coût du projet et de retard dans l'utilisation des méthodes traditionnelles.

ÉTAPE 3 : Les déblais provenant des fossés de drainage ont été étalés sur les zones de remblai à une épaisseur uniforme et spécifiée et ont été compactés pour respecter les objectifs de densité, le tout en un minimum de passages. Comme le projet était « court » en matériaux, les matériaux de remblai ont été chargés à l'aide d'une chargeuse sur pneus et livrés sur le site à l'aide de tombereaux articulés. L'outil de chargement et les unités de transport ont tous deux utilisé des systèmes de charge utile, ce qui a permis de réduire les temps de cycle et de garantir la livraison de quantités exactes de matériaux avec une efficacité maximale de la charge utile sur le chantier.

ÉTAPE 4 : Comme pour l'opération d'extraction, le matériau de remblai a été étalé et compacté en utilisant le nombre optimal de passages dans des couches uniformes jusqu'à ce que les niveaux du sol de fondation final et les spécifications de densité soient atteints.

+ PHASE DE TERRASSEMENT

RÉSUMÉ DU TERRASSEMENT TRADITIONNEL

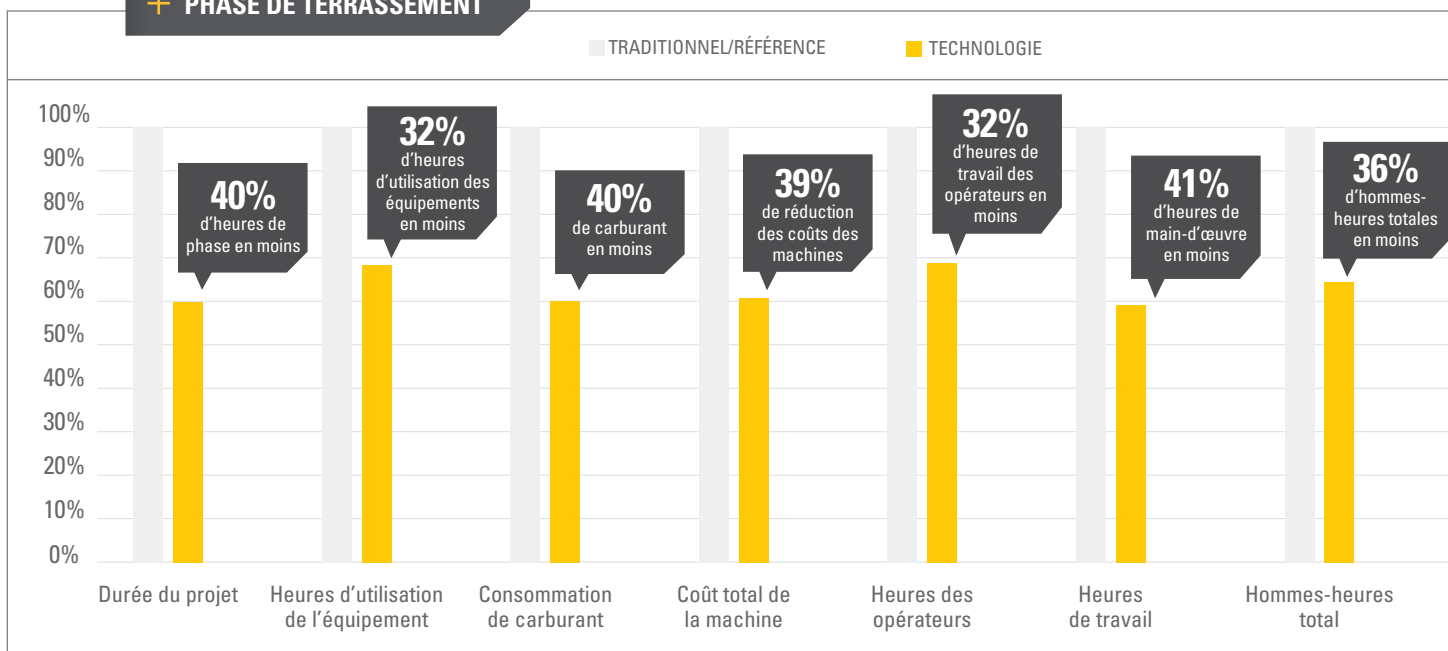
La phase de terrassement a nécessité un certain nombre de personnes travaillant à proximité des machines, augmentant ainsi l'exposition au risque pour remplir ces fonctions. Pendant ce temps, les machines étaient sous-utilisées et les opérateurs restaient inactifs, attendant les informations nécessaires pour poursuivre et terminer leur travail. En général, il s'agit d'un processus manuel qui prend beaucoup de temps et qui conduit souvent à des objectifs de production manqués et à des difficultés à respecter les spécifications de précision au final, ce qui génère des reprises importantes. Le surplus de temps entraîne des coûts unitaires plus élevés, une consommation de carburant accrue et une usure des machines. Les clients peuvent de nos jours également être confrontés à des pénuries de main-d'œuvre qualifiée, ce qui contribue de surcroît à allonger la durée des projets.

Une fois que chacune des opérations susmentionnées de scarification et de compactage, de déblaiement du sol et l'apport de déblais d'emprunt était terminée, la surface a été sectionnée à des fins de quantité, de productivité et de paiement. Ce processus répétitif a consommé une quantité considérable de ressources pour être mené à bien, tout en retardant l'opération pour passer à la tâche suivante.

RÉSUMÉ DU TERRASSEMENT EN UTILISANT LA TECHNOLOGIE

La technologie a éliminé la nécessité de déterminer de façon répétitive les points d'articulation et la multitude de valeurs de déblai/remblai publiées sur le terrain pour que les opérateurs puissent les suivre. Une vérification périodique a été effectuée par un seul ouvrier et un rover GPS. La technologie de contrôle et de guidage des machines a permis d'éviter les déblaiements insuffisants, les remblais excessifs et les désalignements, éliminant ainsi les reprises. Le nombre réduit de personnes sur le terrain a permis de réduire l'exposition aux risques et d'augmenter la disponibilité des ressources pour accomplir d'autres tâches. La productivité accrue et la réduction correspondante des heures d'utilisation des machines ont permis de réduire la consommation de carburant, de favoriser la durabilité et d'augmenter les bénéfices.

+ PHASE DE TERRASSEMENT



Les pourcentages indiqués ci-dessus reflètent les données recueillies au cours de cette phase uniquement. Veuillez consulter l'annexe pour les définitions des graphiques.



+ PHASE DE NIVELLEMENT TRADITIONNEL

Après que la couche de fondation ait été sectionnée manuellement et coupée transversalement pour déterminer les quantités finales de terrassement, la précision et le paiement, l'opération de la couche granulaire a commencé.

ÉTAPE 1 : Les épaisseurs proposées du bord de la chaussée et du remblai de granulats ont été établies à partir des inclinaisons et des niveaux de déblai/remblai fournis sur les piquets. Ces informations ont ensuite été marquées sur la chaussée pour que l'équipe de nivellement puisse les suivre.

ÉTAPE 2 : La couche granulaire a été livrée au projet, déversée, étalée et compactée pour créer la couche de base de la structure de la chaussée. En général, ce processus a donné lieu à de nombreuses opérations de vérification du nivellement, à des essais de compactage excessifs et à une exposition accrue aux risques.

ÉTAPE 3 : Une fois la couche granulaire soigneusement nivelée et le compactage vérifié, les piquets de repère ont été placés sur des stations espacées de 50 pieds.

ÉTAPE 4 : En se référant aux piquets, un système de cordage a été installé pour le nivellement de finition et les opérations de pavage.

ÉTAPE 5 : Les ouvriers ont vérifié l'élévation de la couche granulaire tous les 25 pieds en tirant un cordeau perpendiculaire à la chaussée, en entrant en contact avec le système de cordeau de référence longitudinal et en mesurant la distance verticale entre le cordeau et l'agrégat. Les résultats étaient communiqués à l'opérateur jusqu'à ce que plusieurs passages donnent les élévations de niveau fini.

+ PHASE DE NIVELLEMENT EN UTILISANT LA TECHNOLOGIE

Après avoir réalisé un relevé aérien par drone, qui a permis d'obtenir des images de la topographie de la phase de terrassement terminée pour déterminer les quantités, la précision et le paiement, des charges utiles optimisées de la couche de base de granulats ont été livrées à la chaussée à l'aide de la technologie CPM (Cat Production Measurement).

ÉTAPE 1 : Un tracteur équipé de la technologie GPS, éliminant le besoin de réaliser un tracé manuel, a étalé les granulats sur la zone proposée à la hauteur du niveau proposé en utilisant le nombre optimal de passages.

ÉTAPE 2 : Les spécifications de compactage ont été atteintes à l'aide d'un compacteur équipé de la technologie de contrôle du compactage CMV (Compaction Meter Value) avec cartographie. Là encore, le nombre optimal de passages a été effectué au cours du processus de compactage afin d'obtenir la meilleure qualité dans le délai le plus court.

ÉTAPE 3 : L'opération de nivellement de finition a fait appel à la technologie UTS. La précision de la technologie UTS sur la niveleuse a permis d'éviter l'installation de piquets de repère et de cordeaux.

ÉTAPE 4 : L'élévation du granulat fini a été réalisée de manière efficace et précise, et prêt pour la pose.

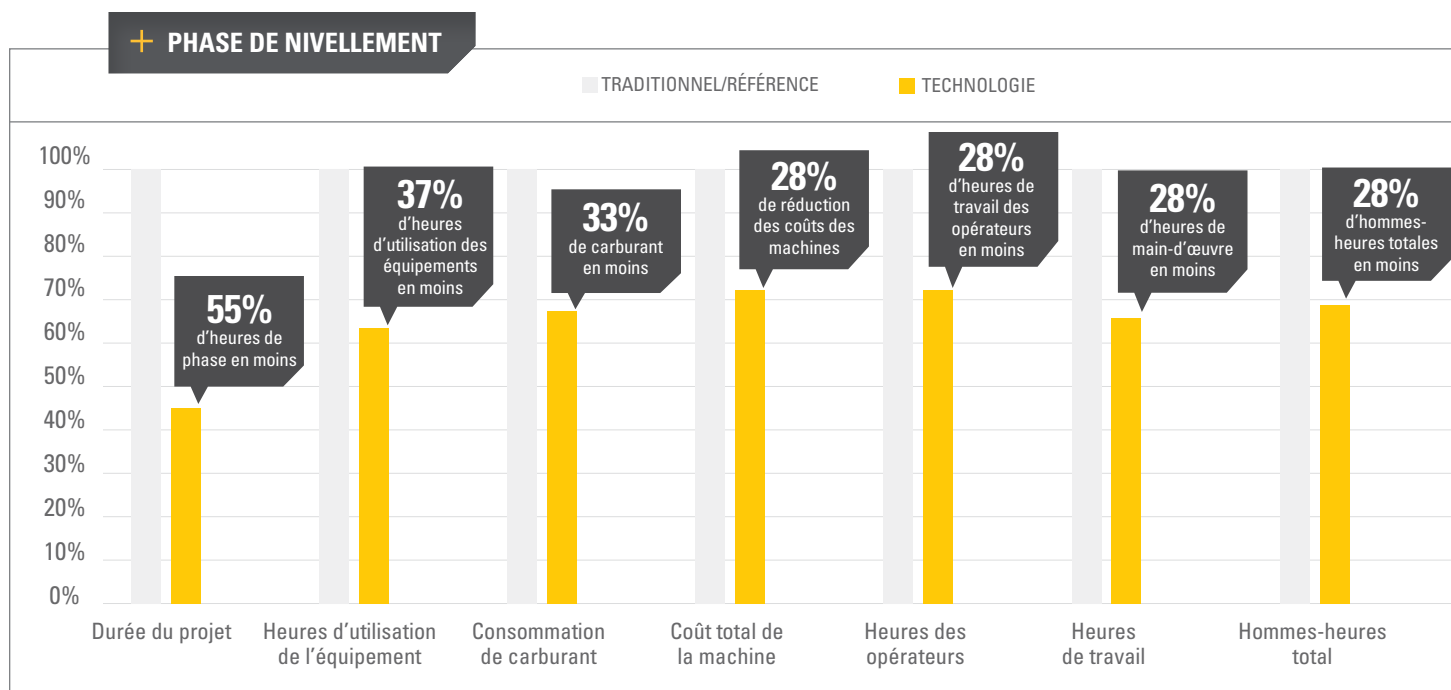
+ PHASE DE NIVELLEMENT

RÉSUMÉ DU NIVELLEMENT TRADITIONNEL

Détectant les déblais et les remblais sur toute la longueur de la route, des passages supplémentaires de la niveleuse et du compacteur ont été nécessaires jusqu'à ce que l'élévation proposée soit atteinte sur toute la longueur. Lent et fastidieux, ce processus peut introduire des erreurs et prendre un temps précieux pendant que les machines attendent des informations sur le niveau, tout en augmentant les coûts par une augmentation de la main-d'œuvre, une consommation de carburant plus élevée, des reprises, des dépassements sur le budget matériaux, une dégradation accrue des agrégats et une exposition aux risques.

PHASE DE NIVELLEMENT EN UTILISANT LA TECHNOLOGIE

Grâce à la technologie Cat, le temps de nivellement, le coût unitaire, l'usure des machines, les passages, la dégradation des matériaux, les dépassements de budget et la consommation de carburant ont été réduits, tandis que la précision, la qualité, les bénéfices, la sécurité et la durabilité ont enregistré des gains significatifs.



Les pourcentages indiqués ci-dessus reflètent les données recueillies au cours de cette phase uniquement. Veuillez consulter l'annexe pour les définitions des graphiques.



+ PHASE DE POSE TRADITIONNELLE

Avant de commencer l'étape de la pose, la section transversale de la couche granulaire a été réalisée manuellement pour déterminer la précision, les quantités et le paiement. Avant de commencer la pose, les paramètres de la ligne médiane et du bord de la chaussée ont été établis pour guider le finisseur et s'assurer que le revêtement était posé à l'endroit proposé et à la bonne largeur.

ÉTAPE 1 : Lorsque le finisseur s'est mis en position au début de la première passe, les capteurs soniques de la machine ont été réglés sur le cordeaux, la trémie a été chargée et la pose a commencé. Pendant que l'opérateur se concentrait sur le suivi des marquages au sol, les conducteurs de la table étaient attentifs à l'analyse de l'épaisseur, de la largeur, de la qualité et du rendement de l'enrobé.

ÉTAPE 2 : Une équipe de trois personnes a vérifié le nivellement en se référant à la ligne de cordeau par rapport au revêtement, tous les 25 pieds, pour vérifier la précision de l'élévation.

ÉTAPE 3 : Le compactage a été réalisé à l'aide d'une série de passages irréguliers, en fonction de l'emplacement.

ÉTAPE 4 : Des essais de densité nucléaire et des vérifications de niveau ont été effectués à plusieurs reprises pour s'assurer que le revêtement respectait les spécifications de densité et d'élévation.

+ PHASE DE POSE EN UTILISANT LA TECHNOLOGIE

Le relevé aérien de la chaussée a été effectué pour garantir la précision de la couche granulaire. À ce stade du processus et grâce à la technologie, il n'était plus nécessaire de tracer l'alignement de la route puisque l'opérateur disposait déjà de cette information. De plus, l'avantage du contrôle du niveau que l'UTS exploite a éliminé le besoin d'un système de cordeaux auparavant nécessaires pour guider l'élévation du revêtement.

ÉTAPE 1 : Le finisseur équipé de l'UTS s'est positionné sur le côté gauche du projet, s'est connecté à la commande UTS et a effectué les derniers réglages de la table, après quoi la trémie a été chargée de matériau et la pose a commencé.

ÉTAPE 2 : Un ouvrier utilisant un rover UTS a vérifié l'élévation du revêtement derrière la table et le compacteur.

ÉTAPE 3 : Les spécifications de compactage ont été respectées en un minimum de passages grâce au système de contrôle et de cartographie du compactage Cat.

ÉTAPE 4 : Des essais de densité aléatoires effectués à l'aide d'une jauge de densité ont permis de vérifier que le compactage était bien réalisé.

+ PHASE DE POSE

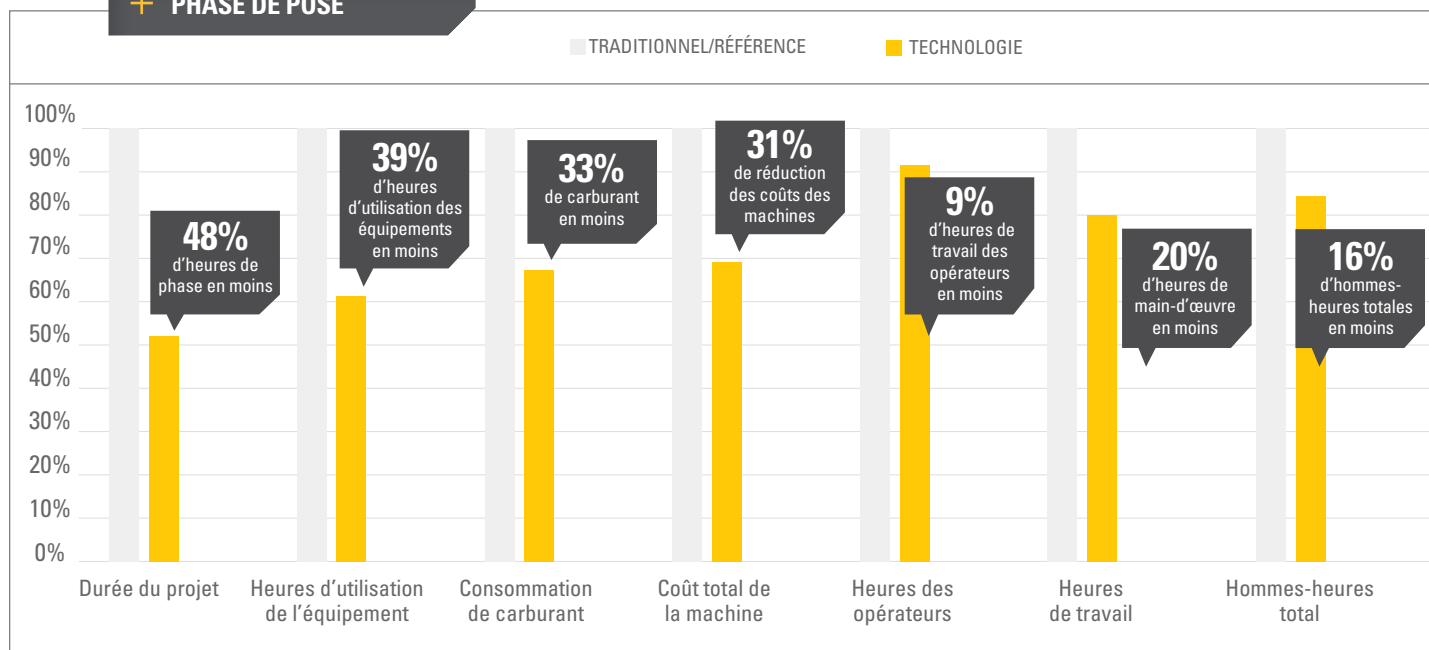
RÉSUMÉ DE LA POSE TRADITIONNELLE

L'épaisseur du revêtement était irrégulière par endroits, montrant des signes de matériau mince et épais, preuve que la qualité de finition de la couche granulaire était irrégulière et imprécise. Ces variations notables de l'épaisseur ont contribué à un dépassement de la quantité théorique requise pour la pose. En général, ce processus peut conduire à une pose plus lente et plus coûteuse qui consomme des ressources supplémentaires et offre souvent une qualité inférieure, réduisant ainsi la longévité de la chaussée.

RÉSUMÉ DE LA POSE UTILISANT LA TECHNOLOGIE

En utilisant le nombre optimal de passages dans le schéma de roulement, la dégradation des particules de granulats dans le revêtement a été considérablement réduite. Le contrôle et le guidage de la machine, ainsi que le compactage intelligent, sont synonymes d'efficacité : pas de cordeaux, de vérification manuelle des niveaux ou d'essais de compactage répétés. Avec moins de personnes présentes sur le site, la sécurité a été accrue. L'opération nécessite moins de passages, ce qui minimise l'usure de la machine et favorise la durabilité. Le résultat a été non seulement la précision, l'efficacité et la réduction des reprises et des dépassements de matériaux, mais aussi une route de meilleure qualité. Elle a permis une opération plus fluide, une plus grande longévité et a coûté moins cher à construire.

+ PHASE DE POSE



Les pourcentages indiqués ci-dessus reflètent les données recueillies au cours de cette phase uniquement. Veuillez consulter l'annexe pour les définitions des graphiques.

+ CONCLUSIONS

Cette étude illustre les bénéfices substantiels de l'utilisation de la technologie par rapport aux méthodes traditionnelles de construction de routes. Le gain révélé est stupéfiant si l'on considère la réduction de la durée du projet, des heures d'utilisation des équipements, de la consommation de carburant, du coût total des machines, des heures de travail des opérateurs, des heures de main-d'œuvre et du nombre total d'hommes-heures. Également d'une importance capitale pour les entreprises clientes et les travailleurs qu'elles emploient, la technologie est à l'avant-garde de l'amélioration de la sécurité sur les chantiers et de la réduction de l'exposition aux risques. En ce qui concerne les risques, la réduction du nombre d'heures de travail préserve les machines d'une usure excessive, ce qui réduit la consommation de carburant et conduit à une solution respectueuse de l'environnement et à une réduction finale des émissions de gaz à effet de serre.

EN RÉSUMÉ, VOICI LES BÉNÉFICES POUR LE CLIENT :

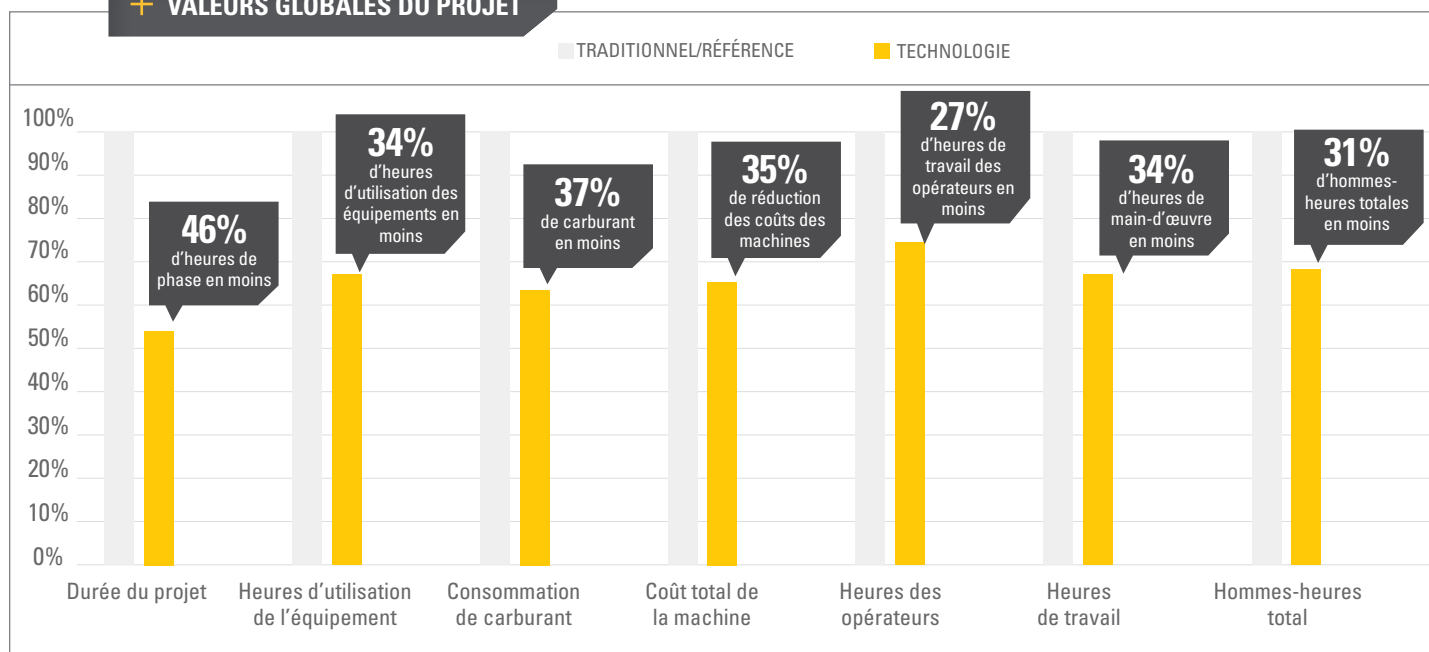
NOMBRE D'HEURES D'UTILISATION DES ÉQUIPEMENTS RÉDUIT DE 46% : Tout simplement plus de profit et plus de possibilités de soumissionner des travaux supplémentaires. Avec un coût unitaire réduit, la croissance et l'expansion de l'entreprise sont possibles.

NOMBRE D'HEURES D'UTILISATION DES ÉQUIPEMENTS RÉDUIT DE 34% : Réduction des coûts d'entretien et de réparation, augmentation de la disponibilité des machines, de l'utilisation efficace et de la valeur de revente, et allongement du cycle de vie des machines.

RÉDUCTION DE 37% DE LA CONSOMMATION DE CARBURANT : Augmentation des bénéfices et de la durée de vie des machines, avantage concurrentiel dans les appels d'offres, réduction des niveaux d'émission et de l'empreinte carbone. Cela a permis de préserver 4,9 hectares de forêt. C'est un gain important pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

RÉDUCTION DE 31% DU NOMBRE D'HOMMES-HEURES TOTAL : Une meilleure allocation des ressources, une moindre exposition au risque et une solution à la pénurie de main-d'œuvre qualifiée.

+ VALEURS GLOBALES DU PROJET

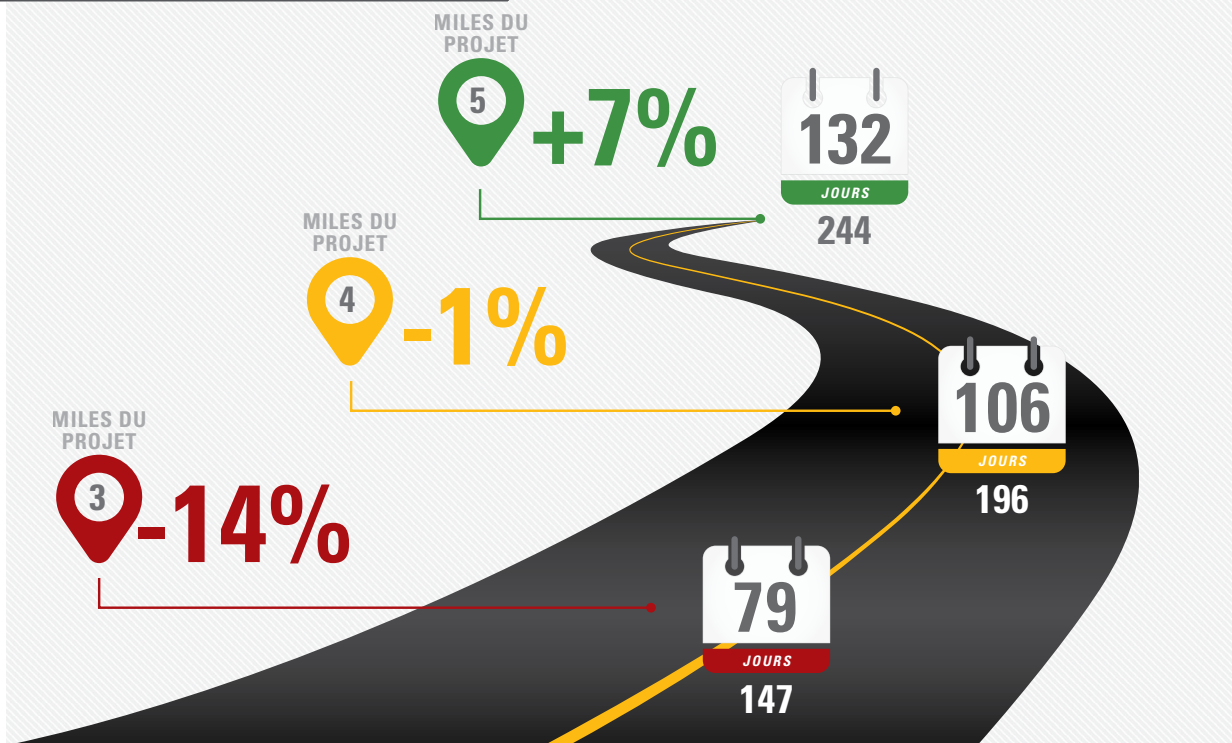


Veillez consulter l'annexe pour les définitions des graphiques.

ÉTUDE DE PRODUCTION // LA VOIE VERS LE RETOUR SUR INVESTISSEMENT

Au début, nous avons appelé cela la voie de la rentabilité. Mais jusqu'où faut-il aller pour amortir l'investissement ? L'investissement dans la nouvelle technologie pour cette route était d'environ 250 000 \$.

+ MOINS D'UNE ANNÉE POUR L'AMORTIR



Pour un projet de construction de route d'environ 3 miles, il faudrait 79 jours ouvrables avec la technologie contre 147 jours ouvrables avec les méthodes traditionnelles. Bien que 68 jours de moins pour réaliser le projet, c'est impressionnant, on est encore loin d'avoir amorti la totalité de l'investissement. Cependant, à 4 miles, le seuil de rentabilité est presque atteint. Cela signifie que pour chaque mile supplémentaire, des bénéfices additionnels sont constatés. Cet investissement place ceux qui adoptent la technologie sur la voie rapide de la rentabilité et les fait passer au projet suivant en un temps record.

ANNEXE

Les spécifications du Département des Transports de l'Illinois pour la construction des routes et des ponts ont été référencées et respectées pendant toute la durée de cette étude comparative.

DÉFINITIONS DE LA COMPARAISON DES MATÉRIAUX

Traditionnel par rapport à l'offre - Une mesure de la quantité réelle de matériaux utilisés par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre en utilisant des méthodes de construction traditionnelles.

Technologie par rapport à l'offre – Une mesure de la quantité réelle de matériaux utilisés par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre en utilisant la technologie.

Technologie par rapport à Traditionnel – La différence entre la consommation de matériaux utilisant la technologie et les méthodes de construction traditionnelles par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre.

Précision traditionnelle par rapport à la quantité planifiée – La différence entre la quantité réelle de matériaux utilisés en utilisant des méthodes de construction traditionnelles par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre.

Précision technologique par rapport à la quantité planifiée – La différence entre la quantité réelle de matériaux utilisés en utilisant des méthodes technologiques par rapport à la quantité théorique mentionnée dans l'offre.

DÉFINITIONS DES GRAPHIQUES

Durée du projet – Le temps nécessaire pour réaliser le projet.

Heures d'utilisation de l'équipement – Nombre total d'unités de compteur de service (heures) accumulées pendant le projet de construction.

Consommation de carburant – Consommation totale de carburant pendant le projet.

Coût total de la machine – Comprend le taux horaire de la machine, la consommation de carburant et le coût de l'opérateur.

Heures de travail de l'opérateur – Nombre total d'heures opérateur consommées, y compris le temps d'attente.

Heures de main-d'œuvre – Nombre total d'heures de travail consommées, y compris les équipes d'arpentage et de construction.

Total d'hommes-heures – Nombre total d'heures consommées par tous les opérateurs et ouvriers nécessaires à la réalisation du projet.