

Zone E-Novation TECHNOLOGIES

ARBRES DE NOËL ET PÉPINIÈRES



DÉSHERBEUR AUTONOME

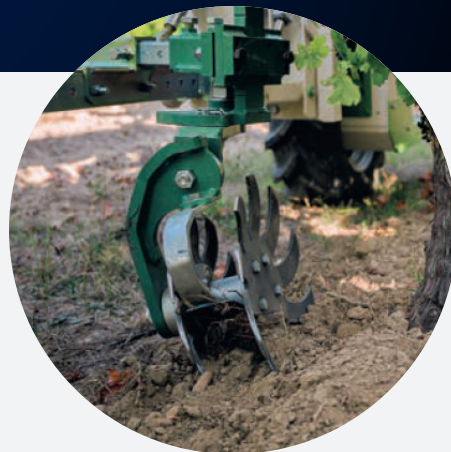
Enjambeur autonome TED

Entreprise : Naïo Technologies

Provenance : France

Le désherbage sur le rang représente une opération récurrente, coûteuse et exigeante. Les méthodes traditionnelles comme l'application d'herbicides, le sarclage mécanique ou la pioche manuelle (pour désherber le rang de façon plus précise), nécessitent beaucoup de main-d'œuvre et présentent un risque d'endommager les troncs.

Grâce à son système enjambeur, TED peut désherber mécaniquement **sur les rangs**, et ce, de manière complètement autonome !



1. Description

Le robot autonome de désherbage mécanique TED peut enjambrer des arbres atteignant jusqu'à 7,71 pieds (2,35 m) de hauteur et 3,44 pieds (1,05 m) de largeur. Il peut être équipé de divers outils de désherbage : disques émotteurs, crénelés ou doigts bineurs, permettant de contrôler efficacement tous les stades de mauvaises herbes selon l'outil utilisé.

En **production d'arbres de Noël**, TED peut être utilisé pendant presque la totalité du cycle de croissance des arbres, avant leur coupe, généralement entre 6-8 pieds (1,83 à 2,44 m).

En **pépinière**, le robot peut être utile pour le désherbage des rangs de baliveaux, jeunes arbres de calibre ou thuyas.

2. Fonctionnement

- Cartographie précise du champ requise pour le mode autonome (sinon pilotage manuel)
- Système d'autoguidage pour navigation autonome avec GNSS RTK
- Autonomie de la batterie : jusqu'à 8 h (≈ 6,5 ha/jour).
- Recharge complète : 10 h
- Capacité de relevage : 600 kg
- Prise auxiliaire sécurisée pour outils électriques
- Vitesse : 5-6 km/h
- Dimension : 1,80 m de largeur x 4 m de longueur x 2,37 m de hauteur
- Poids de 2200 kg
- Application mobile *Naïo Companion* pour la surveillance en temps réel

- Réalise des demi-tours autonomes complexes
- Fonctionne sur des pentes allant jusqu'à 10 % et sur tous types de sols, même humides (bonne portance)

AVANTAGES

- Désherbage mécanique efficace et précis
- Réduction importante de l'usage d'herbicide chimique
- Diminution en main-d'œuvre et du temps de travail
- Réduction des émissions de CO₂ d'un facteur de 10 comparativement à un tracteur conventionnel
- Opère de manière totalement autonome au champ après la validation de la cartographie, sans besoin de supervision humaine
- Large gamme d'outils adaptés
- Adapté à tous types de sols, y compris les sols humides

LIMITES

- Une validation de la cartographie du champ par Naïo est nécessaire pour s'assurer que le travail en autonomie augmentée fonctionnera bien, ajoutant une barrière de sécurité virtuelle
- Des ajustements réguliers sont requis au fur et à mesure de la croissance des arbres
- Le passage du robot peut devenir plus difficile à certaines étapes de croissance, notamment en fin de production, lorsque la présence de branches basses gêne son déplacement. Le sarcler risque de cisailer les racines superficielles des arbres à couper, ce qui peut affecter leur croissance et leur vigueur. Ce risque serait moindre dans un système où les arbres sont arrachés puis replantés. En fin de cycle, les adventices deviennent généralement moins problématiques, puisque les arbres se touchent et créent une ombre suffisante pour limiter leur développement.
- Risque de patinage des roues si la végétation est dense, en raison du poids relativement léger

INFORMATIONS DE VENTE

Prix de base : 400 000 \$ (avec batterie d'une durée de 12 h)

Avec outils de désherbage : ~ 480 000 \$

Distribution au Québec : Oui

Distributeur : Vitis Import, Waterloo

Contact : Guillaume Merle gmerle@vitis-import.ca ou info@vitis-import.ca

3. Analyses technico-économiques

Les analyses s'appliquent à une culture de cèdres en champs ou d'arbres de Noël, incluant 5 passages de sarcler ou d'herbicide sur les rangs par année. L'objectif est d'évaluer les gains potentiels liés à l'utilisation du robot TED de Naïo Technologies comparativement à un tracteur de 60 forces.



GAINS OPÉRATIONNELS À L'HECTARE

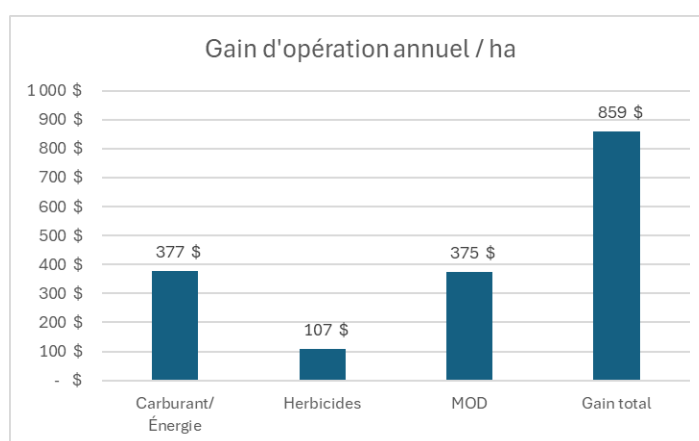
Le tableau 1 présente le détail des économies par hectare en comparant les postes de carburant/énergie, herbicides et main-d'œuvre (MOD) entre les deux modes d'opération.

TABLEAU 1. Calculs de gains (\$/ha)

Calculs de gains \$/ha	Carburant/Énergie	Herbicides	MOD	Gain Total
Tracteur 60 forces	416 \$	107 \$	375 \$	
Enjambeur TED de Naïo Technologies	39\$	- \$	- \$	
Gain	377\$	107\$	375 \$	859 \$

On observe un gain total de 859 \$/ha principalement attribuable à la réduction des coûts de carburant (- 377 \$) et à l'élimination de la main-d'œuvre pour le désherbage (- 375 \$).

Ces résultats sont illustrés dans le graphique 1, qui met en évidence la répartition des gains par poste de dépense. Il montre que le carburant et la main-d'œuvre constituent les deux principales sources d'économie.



GRAPHIQUE 1. Gain d'opération annuel par hectare

DIFFÉRENCE DE COÛT D'INVESTISSEMENT

Le tableau 2 ci-dessous compare le coût d'acquisition du robot TED et celui d'un tracteur conventionnel.

TABLEAU 2. Différence de coûts entre équipements

Différence de coûts	
Enjambeur TED de Naïo Technologies	480 000 \$
Tracteur de 60 forces	90 000 \$
Coût supplémentaire	390 000 \$

Le coût d'investissement du robot varie entre 400 000 \$ et 480 000 \$ (Le montant maximal a été utilisé pour réaliser les calculs). Puisque cette technologie remplace un tracteur, la différence de coût est de 390 000 \$. Cette différence représente le coût supplémentaire à rentabiliser à travers les gains d'opération.

RENTABILITÉ SELON LA SUPERFICIE EXPLOITÉE

Sur la base du gain annuel de 859 \$/ha, le tableau 3 estime la superficie minimale nécessaire pour rentabiliser l'équipement sur 7 ans.

TABLEAU 3. Superficie annuelle nécessaire pour rentabiliser sur 7 ans

Superficie annuelle pour rentabiliser sur 7 ans (en ha)	
Gain annuels/ha	859 \$
Sur période de 7 ans	6 013 \$
Selon le coût de l'équipement (en ha)	80
Selon le coût supplémentaire (en ha)	65

Ainsi, pour couvrir le coût total de 480 000 \$, une superficie d'environ 80 ha est requise. En considérant uniquement la différence de coût avec un tracteur (390 000 \$), le seuil de rentabilité descend à 65 ha, soit la superficie minimale que l'entreprise doit exploiter pour rentabiliser l'investissement.

RENTABILITÉ SELON LA DURÉE D'EXPLOITATION

Le tableau 4 évalue la période de rentabilité pour une entreprise exploitant 50 ha.

TABLEAU 4. Rentabilité en années pour une superficie de 50 ha

Rentabilité en années pour une superficie de 50 ha	
Gain annuels/ha	859 \$
Sur période de 7 ans	42 953 \$
Selon le coût de l'équipement (en ans)	11
Selon le coût supplémentaire (en ans)	9

Pour une entreprise de 50 ha, cette technologie prendra 11 années avant d'être rentabilisée en fonction de son coût d'achat, soit 480 000 \$. En tenant compte seulement de la différence de coût, soit 390 000 \$, on diminue la période à 9 ans.



HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

- Les analyses réalisées sont théoriques et basées sur les informations fournies par les fournisseurs et disponibles en ligne. Ces données n'ont pas été validées dans des situations réelles.
- Le salaire horaire de la main-d'œuvre est de 25 \$ (incluant les DAS).
- Le coût d'entretien annuel n'est pas considéré. Ce coût peut être important et pourrait avoir un impact sur les calculs de rentabilité.
- La durée de vie utilisée pour évaluer la rentabilité en superficie est basée sur la période d'amortissement des prêts pour les équipements, soit de 7 ans.
- La superficie utilisée pour évaluer la rentabilité en années est de 50 hectares.
- Le coût horaire du carburant et lubrifiant pour l'utilisation d'un tracteur 60 forces est de 27,72 \$ (CRAAQ AGDEX 740/825). Ce coût ne tient pas compte de la main-d'œuvre.
- Le coût énergétique pour la recharge des batteries est basé sur le tarif D de 10 652 sous/kWh.

Pour plus d'information : <https://www.naio-technologies.com/contactez-nous/>

Rédaction : Marilyn Lamoureux, DTA, agr., conseillère technique et Florence Carrier, M. Sc., agr. conseillère technique, Institut québécois du développement de l'horticulture ornementale (IQDHO)

Analyses technico-économiques : Isabelle Lamanna, MBA, analyste financier, Agristratégies

Révision : Chary Quinche, M. Sc., chercheur, analyste et rédacteur technique, Québec Vert



Ce projet est financé par l'entremise du *Programme Innovation bioalimentaire 2023-2028*, en vertu du Partenariat canadien pour une agriculture durable, entente conclue entre les gouvernements du Canada et du Québec.

