

Rousseau Thénor vs E-Thénor L'épareuse électrique tient-elle SES PROMESSES ?

Lancées en grande pompe au Sima 2017, les épareuses électriques, exclusivités du constructeur Rousseau, sont présentées comme une révolution dans le milieu de l'entretien des bords de route et de parcelle. Économies de carburant, silence et entretien minimum, telles sont les promesses de ces machines. Alors, vrai ou faux ? C'est l'heure du match !

■ Par Loris Coassin

Chez *Matériel Agricole*, tout comme saint Thomas, on ne croit que ce que l'on voit ! C'est pourquoi, à la suite d'un lancement de produit au siège de Rousseau, près de Lyon, nous avons demandé au fabricant de mettre à notre disposition une épareuse électrique et sa jumelle thermique pour les comparer et vérifier si les promesses sont tenues. Bonne joueuse, la marque du groupe Alamo a répondu positivement au défi à peine quelques semaines plus tard. C'est donc en ce mois de mars 2024, au début de la saison de fauche, que nous avons pu comparer un modèle à entraînement hydraulique et bras déporté, la Thénor 560 PL, avec son jumeau électrique, la E-Thénor. Celle-ci se place dans la gamme Rousseau entre la E-Kastor et la E-Fulgor, les versions électriques des Kastor et Fulgor à moteur thermique. Le catalogue a été récemment complété par la E-Kondor, qui intègre de nouvelles technologies au niveau de l'entraînement électrique.

Un protocole miroir

Dans le but d'effectuer des tests les plus fiables possibles tout en facilitant la logistique, nous nous sommes rendus à Pau où le conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques (CD 64) a investi en 2019 dans deux ensembles de fauche. L'un se compose d'une Thénor 560 PL, attelée à un tracteur Claas Arion 420 QuadriShift, l'autre d'une E-Thénor 560 emportée par le même tracteur. Plutôt déroutant, car les machines comme les tracteurs arborent la couleur blanche du CD 64 et sont difficilement identifiables tant ces ensembles se ressemblent. Les deux tracteurs sont équipés de façon identique. Ils partagent les mêmes dimensions de monte →



De loin, avec la couleur blanche qu'arborent tous les matériels du conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques, difficile de distinguer la Rousseau Thénor de la E-Thénor.

© L.C.



Pour l'essai, les épareuses sont attelées à des Claas Arion 420 Quadrishift. Ces deux tracteurs de 2019 sont lestés du même poids et équipés de pneumatiques identiques.



L'essai a lieu le long de la rocade de Pau, sur plusieurs kilomètres. Les machines effectuent des allers-retours pour être soumises toutes les deux à plusieurs types de végétation.

© L.C.



© L.C.

Jérôme Mur, inspecteur technique chez Rousseau, pilotera les deux ensembles pendant plus de deux heures chacun.

→ de pneumatiques en 420/85 R34 à l'arrière et en 340/85 R24 à l'avant. Ils sont également lestés avec un poids semblable. L'essai s'est déroulé le long de la rocade de la ville de Pau. Chaque tracteur a réalisé des allers-retours pendant plus de deux heures sur ce même parcours afin d'être soumis aux mêmes conditions de circulation et, surtout, à la même végétation. Pour le pilotage, ma trop faible expérience en matière de travaux de débroussaillage m'oblige à faire appel à un chauffeur expérimenté. Jérôme Mur, inspecteur technique du secteur Sud-Ouest pour la société Rousseau, se prête au jeu. Il conduira tour à tour les deux ensembles. Recourir au même chauffeur permet d'obtenir des mesures fiables, car les comportements de conduite, différents d'une personne à l'autre, peuvent avoir un impact sur la consommation. À la demande du responsable des travaux, nous avons réglé les palpeurs sur la même position pour réaliser une coupe à hauteur de 10 cm, l'objectif parallèle étant de limi-

ter l'usure des couteaux, comme le prévoit la stratégie du CD 64 précisée dans notre encadré « Repères ». En bon inspecteur technique, Jérôme Mur avait vérifié, la veille, la présence d'éventuels défauts de fonctionnement sur les machines pouvant en altérer

Un régime moteur adapté

Dans un souci d'impartialité, les réglages sont sélectionnés grâce à l'expérience de Jérôme Mur pour que chaque ensemble atteigne son niveau de performance optimal. Ainsi, le régime moteur de l'Arion 420

Repères

CD 64 : trouver des leviers pour réduire les coûts de fonctionnement

Pour Gaël Artçanuthurry, responsable atelier au conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques (CD 64), le défi du moment consiste à réduire les coûts de fonctionnement liés aux épareuses pour rentrer dans les clous du budget alloué à ces machines. Le responsable gère en effet un parc matériel impressionnant de 45 tracteurs-épareuses. Son équipe se compose de deux chauffeurs par ensemble, de 18 personnes à l'atelier, dont 8 mécaniciens dédiés aux ensembles d'épareuses. Avec ces équipements, les agents entretiennent les 4 500 km linéaires de routes du département. Sur chacun de ces kilomètres, ils réalisent deux passages de sécurité et une troisième passe « d'hiver », à partir de septembre. Pour réduire les coûts, Gaël Artçanuthurry a commencé par augmenter la hauteur de coupe à 10 cm. « Nous devons inclure 10 % de véhicules à faibles émissions de CO₂ dans notre budget de renouvellement des engins de plus de 3,5 t : les épareuses électriques entrent dans ce type de matériel. Pour l'instant, l'achat de ces machines reste à l'étude, mais elles représentent une option intéressante, notamment grâce à la réduction des charges de maintenance annuelles et à la diminution de la consommation de carburant sur nos ensembles tracteurs-épareuses », explique le responsable atelier. De plus, les chauffeurs affectés à l'épareuse électrique la préfèrent pour la réduction du bruit et des vibrations.

Et la maintenance ?

Reste encore à comparer les coûts d'entretien de ces deux épareuses Rousseau. Après discussion avec Gaël Artçanuthurry, responsable atelier du CD 64, la réponse est claire. Hors pièces d'usure, la Thénor 560 PL (hydraulique) requiert, tous les ans, le remplacement de 135 L d'huile et de deux filtres, là où la E-Thénor (électrique) se contente de la vidange du seul litre d'huile de son multiplicateur et des quelques litres d'eau glycolée nécessaires à son système de refroidissement. Le temps d'immobilisation n'a que peu d'impact pour le responsable atelier puisque ces interventions s'effectuent pendant l'hivernage des machines. Après quatre campagnes avec ces deux épareuses et une moyenne d'utilisation de 800 h/an, Gaël Artçanuthurry note pour l'instant que les coûts d'entretien s'avèrent bien plus importants du côté de la version hydraulique. Ceux-ci sont en effet compris entre 800 et 1000 €/an sur la Thénor 560 PL, contre moins de 100 €/an pour sa jumelle électrique, d'après les retours clients de Rousseau.



Gaël Artçanuthurry, responsable atelier au sein du conseil départemental des Pyrénées-Atlantiques.



Les palpeurs sont réglés pour obtenir la même hauteur de coupe.



Sur le parcours, les épareuses ont dû régulièrement s'attaquer à des ronces et à des arbrisseaux.

est ajusté à 2000 tr/min pour obtenir, à la prise de force, les 1000 tr/min nécessaires à l'entraînement de la Thénor hydraulique. Pour cette machine, la prise de force anime deux pompes hydrauliques : l'une à engrenage, au service des mouvements des bras, et l'autre à pistons, pour alimenter le moteur hydraulique du rotor. Ce dernier fonctionne à une vitesse fixe de 3000 tr/min. L'huile est puisée dans un réservoir de 135 L, installé sur le châssis de la machine. L'hydraulique du tracteur n'est ici pas sollicitée.

Le moteur du tracteur attelé à la E-Thénor s'offre, pour sa part, le luxe de ne tourner qu'à 1500 tr/min, car le rendement du moteur électrique est de 90 %. Ce régime pourrait encore être réduit, mais le chauffeur perdrait alors le couple maximal fourni par le bloc. C'est donc avec ce réglage que l'appareil sera le plus performant tout en restant économique. Le régime de prise de force

qui en découle, de 770 tr/min, est suffisant pour entraîner la génératrice de l'épareuse. En effet, celle-ci n'utilise pas de batterie embarquée, ni ne recourt à celle du tracteur. La génératrice fournit donc de l'énergie à un variateur qui la renvoie vers le moteur électrique présent sur la tête de broyage. Le rotor, grâce à ce variateur et à son moteur, peut faire varier sa vitesse de rotation afin de s'adapter aux conditions. Lors de notre test, le chauffeur fera osciller le régime du rotor entre 2700 et 3000 tr/min. L'hydraulique nécessaire aux mouvements des bras est puisée en pompage continu sur le tracteur.

Promesses tenues

Les différences de régimes moteur entre les deux ensembles conduisent à un écart drastique en matière de consommation, au profit de l'épareuse électrique. Avec le modèle à entraînement hydraulique Thénor 560 PL,

nous avons en effet mesuré une consommation de 9,534 L/h, contre seulement 6,562 L/h avec la E-Thénor, soit une réduction de 31 % ! La qualité de coupe et la vitesse de travail sont en revanche identiques.

Sur le plan sonore, il est presque impossible de savoir, sans regarder l'écran, si le rotor de la E-Thénor est entraîné ou non. Les mesures effectuées sur l'ensemble qui l'accueille révèlent une moyenne de 64,4 dB(A) en cabine et de 69,2 dB(A) à l'extérieur. L'épareuse électrique s'avère bien plus silencieuse que son homologue hydraulique, puisque la Thénor 560 PL élève le niveau sonore à 74,6 dB(A) en cabine et à 80,4 dB(A) au pied de la machine.

Signalons que ces résultats correspondent aux chiffres avancés par le constructeur sur ses documents promotionnels. En optant pour une épareuse à entraînement électrique, il y a donc bel et bien un potentiel d'économies. Toutefois, son surcoût de 23000 € par rapport à un modèle équivalent à entraînement hydraulique pousse à une utilisation intensive pour obtenir un retour sur investissement. Malgré tout, le faible niveau sonore, la réduction de la consommation et la fin de l'utilisation de lubrifiants que permet le choix de l'électrique sont des arguments supplémentaires pour remporter de nouveaux chantiers, notamment auprès des collectivités. ■

Le point technique

Le jeu des 7 différences

Qu'elles soient entraînées hydrauliquement ou électriquement, les épareuses Thénor et E-Thénor du constructeur Rousseau bénéficient d'une cinématique et d'une conduite identiques.

L'épareuse à entraînement hydraulique Thénor 560 PL et sa jumelle électrique, la E-Thénor 560 PL, reposent sur un châssis aux apparences similaires. La cinématique du bras et des flèches est d'ailleurs une copie conforme. De même, le joystick nécessaire au pilotage est identique sur les deux machines. Pour les réglages sur le boîtier, la seule singularité se concentre sur la E-Thénor, qui bénéficie d'une commande pour moduler la vitesse du rotor. Bien que leur solution pour fournir l'hydrau-

lique des mouvements de la flèche soit différente, les deux épareuses offrent au chauffeur une commande électrique proportionnelle. Elles reçoivent les mêmes automatismes ainsi qu'une suspension de flèche par accumulateur à piston. Le conducteur voit en continu la pression sur le vérin grâce à l'afficheur numérique sur le boîtier de commande et peut la moduler afin de soulager la pression exercée sur la tête de broyage. Pour résumer, un chauffeur peut passer d'une machine à l'autre sans temps d'adaptation.



La pression dans le vérin de flèche est affichée sur le boîtier de l'épareuse.

E-Thénor 560 PL : sans huile embarquée ni batterie

Sur la E-Thénor, exit les pompes ainsi que le réservoir d'huile hydraulique embarqué, la place libérée accueillant les éléments de production d'énergie. En effet, ne stockant pas d'électricité, les épareuses à entraînement électrique de Rousseau se passent de batteries. Ceci sécurise grandement les interventions d'entretien de la machine puisqu'il n'y a pas de risque d'électrocution. Mais alors, comment le rotor est-il entraîné ? Le principe est simple : au lieu d'alimenter des pompes hydrauliques, la prise de force du tracteur fait tourner une génératrice. Celle-ci produit du courant triphasé qu'elle envoie vers un variateur. Cet élément adapte en continu son intensité en fonction des besoins du rotor. Le variateur et la génératrice prennent place dans un coffre scellé, à l'endroit qui accueille, sur la Thénor, les pompes hydrauliques. Le courant est ensuite transmis au moteur électrique synchrone du rotor par un câble positionné le long du bras de l'épareuse. Le rotor de la E-Thénor est entraîné par le moteur de la même manière que sur sa jumelle hydraulique, à la seule différence que ce bloc est électrique. Ceci permet en outre de régler la vitesse de rotation du rotor de 0 à 3000 tr/min et autorise un arrêt de sécurité complet en moins de 2 secondes. Le chauffeur

peut ainsi s'adapter à la végétation en utilisant la bonne quantité d'énergie en permanence. Grâce au rendement du moteur électrique, de l'ordre de 90 %, le chauffeur est en mesure de régler la prise de force du tracteur à 750 tr/min, voire moins. Le régime moteur de ce dernier peut alors être réduit jusqu'à la limite de son couple constant. Le moteur et le variateur communiquent en continu afin de commander plus ou moins d'énergie en fonction des besoins. L'hydraulique nécessaire aux mouvements des bras est puisée directement sur le trac-

teur en pompage continu sans *load sensing*. Le bloc hydraulique sur la machine convertit ce flux pour offrir au chauffeur un mouvement à commande électrique proportionnel. L'ensemble de ces éléments électriques et le bloc hydraulique sont maintenus à température par un système de refroidissement à eau. Celui-ci utilise un réservoir de 10 L, un ventilateur et un radiateur. Le ventilateur peut fonctionner en sens inverse sur commande pour dégager une éventuelle accumulation de poussières sur la grille. La température est lisible en continu sur le boîtier de commande.



Le système de refroidissement est à eau.





© L.C.

Thénor 560 PL : technologie éprouvée

Le châssis de la Thénor 560 PL abrite deux pompes hydrauliques. Toutes deux puisent l'huile dans un réservoir de 135 L embarqué sur la machine. Une pompe à engrenage est dédiée aux mouvements des bras de la flèche et de la tête de broyage, tandis qu'une pompe à piston fournit le moteur hydraulique entraînant le rotor. Ce dernier tourne à 3 000 tr/min uniquement, une rotation obtenue avec un régime de prise de force de 1 000 tr/min. La machine, autonome en huile hydraulique, ne puise pas dans celle du tracteur. Le système de refroidissement est donc lui aussi embarqué. Ainsi, lors de son passage dans le circuit, l'huile est refroidie par un ventilateur, dont les pales sont réversibles pour souffler l'accumulation de débris sur la grille.



© L.C.



© L.C.

Sur la Thénor 560 PL, un moteur hydraulique associé à une poulie-courroie entraîne le rotor à une vitesse fixe de 3 000 tr/min.



© L.C.

La Thénor 560 PL abrite un réservoir de 135 L avec un premier filtre à l'aspiration et un second au retour.



© L.C.

Sur le modèle hydraulique, une pompe à engrenage assure les mouvements des bras, tandis qu'une pompe à piston entraîne le moteur hydraulique du rotor.



Consommation : un écart significatif

Une période de deux heures de fonctionnement peut paraître courte pour une mesure de la consommation. Pourtant, elle a suffi à dresser le constat d'un écart important entre les



© L.L.C.

deux ensembles de notre comparatif. Le Claas Arion 420 auquel était attelée l'épaveuse à entraînement hydraulique Thénor 560 PL a consommé 20,5 L de GNR au cours des 129 minutes de fonctionnement de la machine, soit une consommation horaire de 9,53 L. Le même tracteur associé à la E-Thénor a affiché, pour sa part, une consommation de seulement 14 L pour 128 minutes de travail, soit 6,56 L/h. La rédaction de *Matériel Agricole* constate donc, dans les conditions de l'essai, que la consommation de carburant se voit réduite de 31 % avec l'utilisation d'une épaveuse à entraînement électrique. Non seulement ce résultat promet des économies financières, mais il constitue aussi un atout environnemental pour obtenir de nouveaux chantiers auprès de donneurs d'ordres sensibles à cet argument.

	Temps de travail (en min)	Consommation		
		Totale (en L)	En L/min	En L/h
E-Thénor	128	14	0,109	6,563
Thénor 560 PL	129	20,5	0,159	9,535
				CHIFFRE CLÉ → -31 %

La version électrique de l'épaveuse du constructeur Rousseau consomme 3 L/h de moins que son équivalente hydraulique.



Émissions sonores : jusqu'à 5 dB(A) de différence

Les mesures en cabine révèlent une intensité sonore moyenne de 69,18 dB(A) dans le Claas Arion 420 équipé de l'épaveuse hydraulique Thénor 560 PL, contre 64,37 dB(A)



© L.L.C.

à bord du tracteur attelé à la E-Thénor. À l'extérieur, nous avons mesuré 80,40 dB(A) au pied de la première machine et 74,60 dB(A) à côté de la seconde. Rappelons que la fatigue se fait ressentir à partir de 75 dB(A) et que l'exposition devient dangereuse au-delà de 85 dB(A). En cabine, le chauffeur est donc à l'aise, quelle que soit la version de l'épaveuse Rousseau. L'écart de 5 dB(A) peut s'expliquer surtout au niveau des sons émis par le rotor. En effet, il est impossible de savoir si celui de la E-Thénor est en marche tant il est silencieux. Si cet écart semble faible, il faut toutefois le mettre en perspective, puisque le calcul de l'intensité sonore est une fonction logarithmique. Une variation de 5 dB(A) revient presque à doubler le niveau de bruit. Dans le cadre de nos essais, ce delta ne s'est pas vraiment fait ressentir. Cependant, rapportée à une utilisation de plusieurs centaines d'heures, une telle variation est synonyme, pour le chauffeur, de gain en matière de confort de travail et de concentration. Les riverains, quant à eux, voient les nuisances réduites avec l'usage d'une épaveuse à entraînement électrique.

	Niveau sonore moyen en cabine (en dB(A))	Niveau sonore moyen extérieur, au pied de la machine (en dB(A))
E-Thénor	64,4	74,6
Thénor 560 PL	69,2	80,4
Écart (en dB(A))	4,8	5,8

À l'aide du sonomètre, je mesure le son émis par les machines, en cabine et au pied du chantier.



Étude financière

Les résultats de consommation de notre comparatif ainsi que les données tarifaires des épareuses et leurs coûts de maintenance, hors pièces d'usure, fournis par le constructeur nous permettent de réaliser des simulations de retours sur investissement dans plusieurs situations. Nous aurions également pu prendre en compte la décote. Toutefois, le manque de machines électriques sur le marché de l'occasion empêche d'obtenir des données suffisamment fiables. Les pièces d'usure comme les couteaux, les courroies et les roulements du rotor affichent un potentiel d'économies sur la machine électrique puisque le rotor peut tourner moins rapidement. Ces données sont cependant trop aléatoires pour être prises en compte.

Les coûts d'utilisation (carburant et maintenance)

	CAS N° 1 UTILISATION : 1000 HEURES PAR AN	CAS N° 2 UTILISATION : 500 HEURES PAR AN
Rousseau E-Thénor	8375,31 €	4187,66 €
Rousseau Thénor 560 PL	12823,49 €	6411,74 €
Économies réalisées	4448,18 €	2224,09 €
Retour sur investissement (en années)	5	10

CHIFFRES CLÉS

Surcoût à l'achat d'une E-Thénor (électrique), par rapport à une Thénor 560 PL (hydraulique)

23000 €

Coût annuel moyen de maintenance, hors pièces d'usure, de la Thénor 560 PL

800 €

Coût annuel moyen de maintenance, hors pièces d'usure, de la E-Thénor

100 €

Prix du carburant GNR

1,261 € TTC

TÉLESCOPIQUES COMPACTS

MERLO

GAGNEZ EN AGILITÉ



COMPACT ET AGILE



CABINE SPACIEUSE



EXCELLENT RAPPORT POIDS/PERFORMANCES/ CONSOMMATION

TURBOFARMER

La gamme de télescopiques compacts Merlo a été conçue afin d'évoluer dans des espaces très restreints de 2 m x 2 m*. La répartition des masses de ces modèles a particulièrement été étudiée pour offrir le meilleur compromis entre légèreté, stabilité et capacité de levage. Cela se traduit par une réduction significative de la consommation de carburant et de l'impact au sol. La cabine spacieuse d'une largeur de 1010 mm, la simplicité et l'ergonomie des commandes profitent aussi au confort de l'utilisateur au quotidien. * +/- 150 mm selon les modèles

marketing@merlo-france.fr • 01 30 49 43 60 • merlo.com

