

Séquence de traitement de la bande de terre : Représentation synoptique d'une opération de travail du sol mécanisé

B.E. Boudouna⁽¹⁾, H. Bachir^{*(2)}, S. Etsouri⁽³⁾

¹ Université de Souk Ahras

² INRAA, Division de Recherche Bioclimatologie et Hydraulique Agricole, station expérimentale de Mehdi-Boualem, Alger, Algérie

³ Ecole National Supérieure d'Agronomie, El-Harrach, Algérie

* Auteur de correspondance : akm7.62@hotmail.fr

Reçu : 13 novembre 2022

Révisé : 5 janvier 2023

Accepté : 23 janvier 2023

Résumé : L'objectif du présent travail de recherche est de mettre en évidence les paramètres à prendre en considération pour l'établissement d'un programme informatique, qui permet l'évaluation des efforts de résistance à la traction ainsi que l'énergie nécessaire à une quelconque opération de travail du sol. Nous pouvons citer : a) la caractérisation de la séquence, b) la représentation tridimensionnelle, c) l'énergie dans la séquence, d) la longueur entre traitements. Ces derniers représentent l'essentiel à injecter dans la matrice. Les résultats obtenus montrent bien qu'il serait intéressant de retenir les paramètres traités et qui seront plus détaillés dans les travaux futurs. Les modèles choisis pour l'évaluation de l'effort de résistance à la traction s'intègrent tous dans ce concept de séquence de traitement de la bande de terre. Aussi, les résultats montrent que pour le modèle retenu pour la charrue à socs, donnant une valeur à l'effort de résistance à la traction correspondante à un corps de charrue, et aussi pour un outil à disque ou à dents.

Mots clés : Travail du sol, séquence de traitement de bande de terre, outil aratoire, énergie de travail, machinisme Agricole.

Summary : In this research work, we have highlighted the parameters to be taken into consideration for the establishment of a computer program that allows the evaluation of the efforts of resistance to traction as well as the energy necessary for any soil working operation. Developed in the material and methods part, these parameters represent the essential to be injected in the matrix. We can quote a) the characterization of the sequence, b) the three-dimensional representation, c) the energy in the sequence, d) the length between treatments. The results obtained show that it would be interesting

to retain the parameters treated and which will be more detailed in the following work. The models chosen for the evaluation of the tensile strength effort all fit into this concept of the treatment sequence of the soil strip. Also, the results show that for the model chosen for the plough with shares, giving a value to the tensile strength effort corresponding to a plough body and also for a disc or tine tool.

Key words : Soil tillage, treatment sequence of land strip, aratory tool, work energy, agricultural machinery.

INTRODUCTION

L'agriculture conventionnelle basée sur le labour intensif dégrade les propriétés physiques du sol et le rend plus sensible le sol au processus de dégradation (Alvaro-Fuentes *et al.*, 2008). Plusieurs chercheurs encouragent le recours au labour conventionnel adoptant des pratiques conservatrices (Doran, 1980 : Le Bissonais 1996 : Roose, 1994, Findeling *et al.*, 2003). En effet, le travail du sol conditionne l'évolution énergétique et impact les propriétés, physico-chimiques et mécaniques du sol, qui doivent offrir à la culture, un milieu favorable à son développement (Ravel *et al.*, 1989). Le choix de la forme des pièces travaillantes des outils aratoires, principalement de la forme des surfaces actives des corps de charrue à socs, et des socs de cultivateurs à dents, doit faire l'objet d'une attention particulière de la part de l'utilisateur, du concepteur, et du fabricant des outils aratoires (Le Bissonais *et al.*, 2007). Cependant, il existe dans le processus

de travail du sol ce que nous appellerons des séquences de traitement du sol (Ashworth, 2017). Il s'avère que chaque type d'outils de travail du sol, associé aux besoins des cultures, s'exprime par une séquence caractérisée (Eghball *et al.*, 1993). En Algérie, la diversité des sols et la variabilité climatique agissent directement et interfèrent avec le travail du sol (Bachir *et al.*, 2021, Semar *et al.*, 2019 Smadhi *et al.*, 2017, Bachir *et al.*, 2016, Farina *et al.*, 2011). Cette caractérisation de la séquence de traitement de la bande de terre est aussi définie par le mode d'action des outils aratoires (Pratibha, 2019). En agriculture conventionnelle, la charrue à socs possède un mode opératoire totalement différent du mode opératoire d'un chisel. Le premier provoque un retournement de la bande de terre alors que le second fend le sol et provoque des fissurations dans la séquence travaillée.

Par ce travail, nous essayons de présenter une approche nouvelle expliquant le travail du sol en tant qu'action d'une machine agricole agissant sur le sol à

travers une représentation synoptique. Cette nouvelle approche, basé sur plusieurs paramètres de l'évaluation de l'effort de résistance à la traction ainsi que l'énergie nécessaire pour une opération de travail du sol, est nommée « Séquence de traitement d'une bande de terre travaillée par différents types d'outils (charrue, outil à disque ou à dents) ».

MATERIEL ET METHODES

Afin de mettre en évidence les paramètres à prendre en considération pour l'établissement d'un programme informatique qui permet l'évaluation des efforts de résistance à la traction ainsi que l'énergie nécessaire ; il a été nécessaire de développer l'aspect calcul pour chaque phase à mettre en évidence la séquence de traitement d'une bande de terre.

A. Caractérisation de la séquence de traitement

Labourer une parcelle (une surface définie) implique une somme de séquence de traitement de la bande de terre qui possède certaines caractéristiques (sens, longueur, section).

$$W_S = \sum_1^n S_q$$

W_S : Travail du sol d'une parcelle.

S_q : Séquence de traitement d'une bande de terre.

n : nombre de séquence de traitement de la parcelle.

Pour définir ce que c'est une structure d'une séquence de traitement d'une bande de terre, nous avons mis en place le schéma dans la figure 1.



Figure 1 : Séquence de traitement de la bande de terre.

Le processus de travail du sol, exprimé par la séquence de traitement de la bande de terre, est défini comme étant le résultat de l'action de l'outil aratoire, par un effort de traction sur une fraction du sol résistant à l'action de l'outil par un effort de résistance à cette traction sur une longueur avec des caractéristiques géométriques et mécaniques définies.

Une séquence de traitement de la bande de terre est une somme des efforts de traction élémentaire nécessaire pour traiter une longueur (Séquence).

$$S_q = \sum_0^L F_{t_e}$$

Sq : Séquence de traitement de la bande de terre.

Ft = Fte : Effort de traction élémentaire.

L : Longueur de la séquence de traitement.

La séquence de traitement d'une bande de terre se décompose en trois phases :

Phase 1 : début de la séquence de traitement de la bande de terre,

Phase 2 : traitement de la bande de terre ou séquence de traitement de la bande de terre,

Phase 3 : fin de la séquence de traitement.

Avoir une phase début et une phase fin de traitement impose un sens à la séquence de traitement. Il est pratiquement impossible d'ignorer le sens d'avancement de la machine puisqu'il définit le sens de la séquence de traitement de la bande de terre.

La phase entrée en traitement : est une phase de début de travail. Dans cette dernière l'outil de travail du sol fait un mouvement composé, pénétration dans le sol et avancement dans la séquence.

La pénétration dans le sol passe d'un niveau profondeur égale à zéro vers un niveau profondeur égale à « a » tout en avançant.

L'effort de résistance à la traction dans cette phase de la séquence de traitement d'une bande de terre varie avec la variation de la profondeur de travail (a)

$$F_t = f(a)$$

L'expression de l'effort de résistance à la traction du travail du sol dans la phase début de traitement de la bande de terre est comme suit :

Ft en phase entrée en traitement :

$$W_t = \sum_{a=0}^a F_{ta}$$

B. Représentation Tridimensionnelle de la séquence de traitement

Une représentation tridimensionnelle de la séquence de traitement de la bande de terre permet d'illustrer toutes les caractéristiques géométriques de la séquence de traitement, pour expliquer clairement l'action de l'outil sur le sol, sur une longueur donnée exprimée par l'effort de résistance à la traction Ft sur cette longueur.

C. L'effort de résistance à la traction dans une séquence de traitement de la bande terre et ses phases

Pour les modèles (Gorjatschkin VP et Sohene, 1960), (Binesse, 1970), (Gee-Clough *et al.*, 1978), (Boubrit, 2000) et (Amara, 2009) la profondeur de travail est un paramètre d'évaluation de l'effort de résistance à la traction

des outils aratoires. Les efforts de résistance à la traction sont différents pour chacune des phases de la séquence de traitement de la bande de terre. Nous appellerons F_t l'effort de résistance à la traction lors de la phase entrée en traitement, F_{tt} l'effort de résistance de la phase traitement et enfin F_{ts} effort de résistance à la traction pendant la sortie du traitement.

D. L'Energie dans une séquence de traitement de la bande de terre

Lors de la pénétration de l'outil dans le sol, la profondeur fixée par les objectifs agronomiques implique une augmentation de l'énergie nécessaire au travail du sol.

Lors de la sortie de l'outil du sol, une diminution de la profondeur implique une diminution simultanée de l'énergie pendant cette phase de sortie.

E. Détermination de la longueur de la phase entrée en traitement (e) et de celle de la sortie du traitement (s)

Nous connaissons les limites de la profondeur maximale permise par les outils de travail du sol définie par les concepteurs des outils aratoires. Ces limites sont aussi celle des objectifs de la mise en place de la culture, donc des conditions agro-techniques du travail du sol.

F. Longueur de la phase traitement de la séquence

La longueur de la séquence de traitement de la bande de terre est une caractéristique importante. Nous donnons l'équation de la puissance pour le calcul de la longueur de la séquence de traitement.

$$P = Fxv[W]$$

$$P = Fx \frac{l_0}{t}$$

$$l_0 = \frac{Pxt}{F} [m]$$

P : Puissance.

F : Effort de résistance à la traction de phase traitement.

t : temps de réalisation de phase traitement.

l_0 : longueur de la phase traitement.

RESULTATS ET DISCUSSION

Les dénominations des trois phases de la séquence de traitement de la bande de sol ne sont ni exhaustifs ni restrictifs. Elles ont pour objectif de proposer un vocabulaire le plus précis possible et une simplicité dans l'utilisation.

La séquence de traitement subit des contraintes dues à la forme géométrique

qui caractérise l'outil aratoire, deux états de contraintes sont recensés :

- Etat de contrainte en un point (contrainte normale) ;
- Etat plan de contrainte (contrainte de cisaillement).

L'action des outils à forme complexe est différente comparé aux outils à forme simple. La largeur de la séquence de traitement de la bande de terre est égale à celle d'un outil à versoir et à disque, mais supérieure à celle de la dent.

A. Caractérisation de la séquence de traitement

Nous observons dans cette première phase trois particularités :

1. Une accélération de l'ensemble tracteur-outil aratoire dans la partie début de traitement de la séquence, l'ensemble démarre avec une vitesse égale à zéro pour atteindre la vitesse de travail définie par les besoins agronomiques de préparation du sol pour la mise en place de la culture.
2. Un ralentissement de l'ensemble tracteur-outil aratoire lorsque l'outil débute la séquence de traitement avec la vitesse de travail préconisé. Cette perte de vitesse est provoquée par une force de résistance résultante d'une force horizontale (force de résistance

à l'avancement) et d'une force verticale (force de résistance à pénétration) qu'oppose le sol à l'avancé de l'outil. La résistance du sol augmente avec l'augmentation de l'effort de résistance à la traction comme déjà expliqué dans l'équation 2.

3. Une augmentation systématique du régime du moteur dans le cas d'accélération ou bien de ralentissement, puisque dans les deux situations il y a un début de résistance à la traction qui exprime le début de la séquence de traitement de la bande de terre.

La phase **Traitement** : Les caractéristiques de la bande de terre de (Badouna et Amara, 2015) représentent ceux de la séquence de traitement. Ces caractéristiques sont en partie liées aux formes géométriques des outils aratoires, comme les charrues qui sont des outils complexes, et d'autre part aux propriétés intrinsèques du sol de la séquence de traitement de cette bande de sol.

Le schéma suivant publié par (Amara en 2009) donne les caractéristiques qui définissent cette bande de terre travaillée (traitée dans la séquence).

La séquence de traitement est une approche introduisant la longueur aux deux caractéristiques de la bande de terre (profondeur et largeur), représentées dans les schémas proposés par les différents auteurs.

La figure 2 présente les caractéristiques géométriques de la séquence de traitement pour les outils à versoirs et les outils à disques.

Pour ce qui est des outils à dents (figure 3) (outils à socs simples), leurs caractéristiques géométriques ne correspondent pas aux caractéristiques de la séquence de traitement. Le dimensionnement de la séquence de traitement pour les outils à dents diffère de celui des outils à versoirs et des outils à disques.

Pour pouvoir caractériser la séquence de traitement d'une bande de sol sous l'action d'un outil à dents ; il faut s'intéresser au fendillement ou ouverture du sol à l'avant du soc. Les dimensions de ces ouvertures sont fonction des

caractéristiques du sol et de la forme de l'outil.

La géométrie des outils à dents est différente de celle de la séquence de traitement. (Guedioura, 2001).

Schématiquement la phase traitement de la bande de terre, se caractérise par une profondeur de travail du sol supposé constante.

La phase **sortie du traitement** : l'outil aratoire est soumis à un mouvement composé. L'avancement de l'outil dans sa phase de sortie est accompagné d'une variation régulière de la profondeur de traitement. La sortie de la séquence de traitement est faite avec une diminution de la profondeur de traitement de la bande de terre (profondeur de travail du sol). Donc une diminution progressive

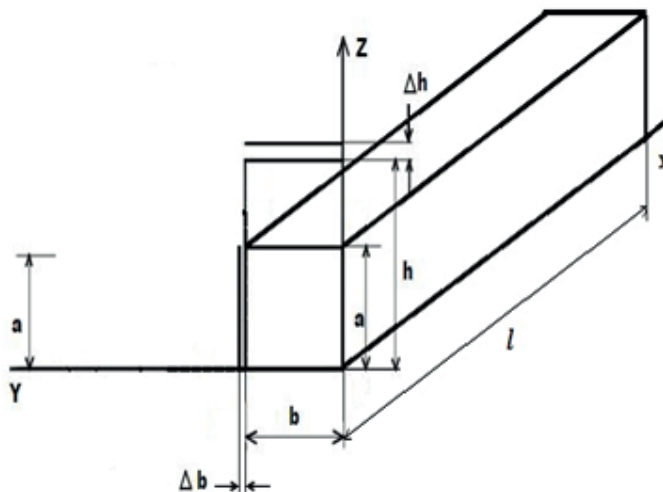


Figure 2 : Caractéristiques géométrique de la séquence de traitement de la bande de terre.

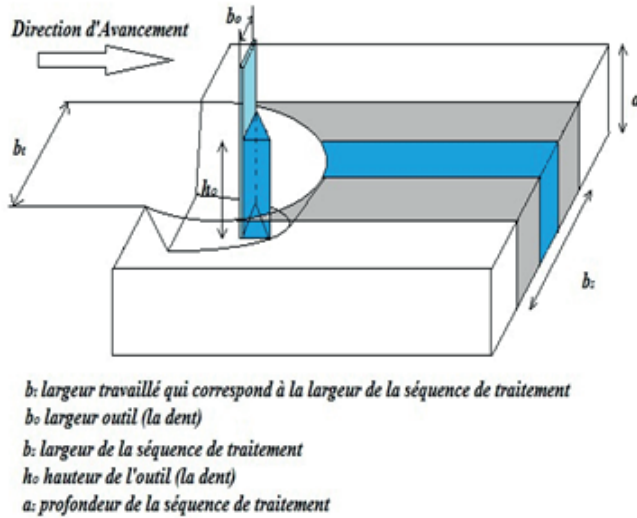


Figure 3 : Géométrie de la séquence de traitement d'un outil à dent.

de l'effort de résistance à la traction (Amara et Guedioura, 2013).

La diminution de la profondeur lors de la sortie de l'outil du sol, qui note la phase finale de la séquence de traitement de la bande de terre, est en pratique un passage de l'outil du niveau profond du traitement de la bande de terre égale à « *a* » vers un niveau de la profondeur de traitement de la bande de terre égale à zéro. La profondeur de travail du sol, correspondant à la profondeur de la séquence de traitement de la bande de terre, quel que soit le type d'outil utilisé, est fixée par les besoins et les exigences Agro-techniques en englobant les exigences variétales, les caractéristiques des outils, et la technique de travail du sol choisis.

B. Représentation Tridimensionnelle de la séquence de traitement

On remarque que la largeur de la séquence de traitement de la bande de terre est constatée dans les trois phases de la séquence de traitement. Nous identifions une longueur pour chaque phase (Figure 5).

C. L'effort de résistance à la traction dans une séquence de traitement de la bande de terre et ses phases

Pour les modèles (Gorjatschkin. VP et Sohene, 1960), (Binesse, 1970), (D. Gee-Clough *et al.*, 1978), (Boubrit, 2000), (Amara, 2009) et (Badouna and Mechentel, 2022), la profondeur de

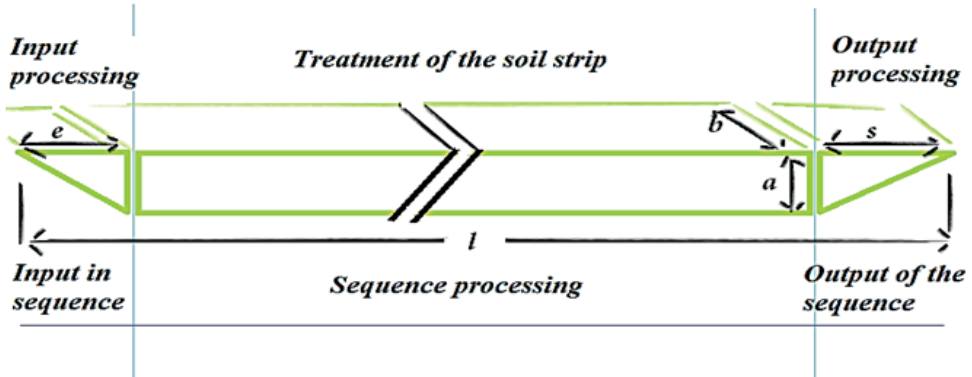


Figure 4 : Tridimensionnalité de la Séquence de traitement de la bande de terre.

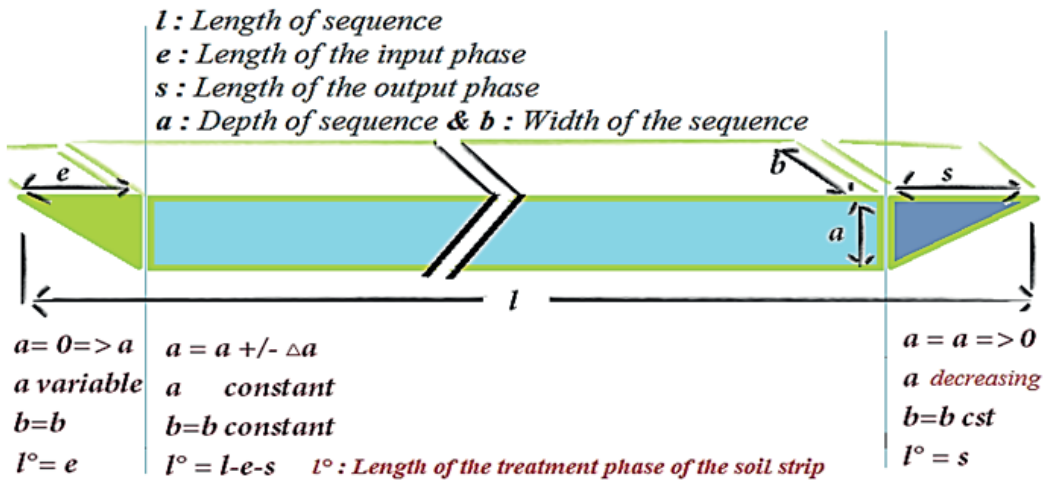


Figure 5 : Représentation graphique explicatif des différents paramètres constitutifs de la séquence de traitement de la bande de terre.

travail est un paramètre d'évaluation de l'effort de résistance à la traction des outils aratoires. Les efforts de résistance à la traction sont différents pour chacune des phases de la séquence de traitement de la bande de terre.

D. L'Énergie dans une séquence de traitement de la bande de terre

Lors de la pénétration de l'outil dans le sol, la profondeur fixée par les objectifs agronomiques implique une

augmentation de l'énergie nécessaire au travail du sol.

Lors de la sortie de l'outil du sol, une diminution de la profondeur implique une diminution simultanée de l'énergie pendant cette phase de sortie.

E. Détermination de la longueur de la phase entrée en traitement (e) et de celle de la sortie du traitement (s)

Cette étude a démontré que la longueur de la phase entrée en traitement est variable selon la géométrie de l'outil utilisé durant une opération de travail du sol. (Figure 6 et 7). L'angle d'entrure conditionne la pénétration des outils pour un travail du sol (Amara et Couhert, 2007).

Pour la phase sortie du traitement de la bande de sol la longueur dépend du conducteur. Elle peut être brutale et à l'arrêt. Comme elle peut nécessiter une certaine longueur dépendante de la vitesse d'avancement et de la vitesse

d'action du relevage hydraulique du tracteur (Badouna, 2016).

3. Longueur de la phase traitement de la séquence

Nous remarquons aussi que plus l'angle d'entrure est élevé plus la distance que parcourt l'outil pour atteindre la profondeur de travail du sol est raccourci. Une variation de l'angle d'entrure donne des schémas spécifiques pour chacun des outils lors de la pénétration au sol.

Ce qui ne fait que conforter l'effet de la forme géométrique et les réglages des outils sur leurs comportements lors des opérations de travaux du sol et l'énergie à mettre en œuvre.

Enfin, il existe une relation proportionnelle entre la longueur des phases entrée et sortie de la séquence de traitement et la longueur totale de la séquence de traitement. Plus cette longueur totale est grande, plus la

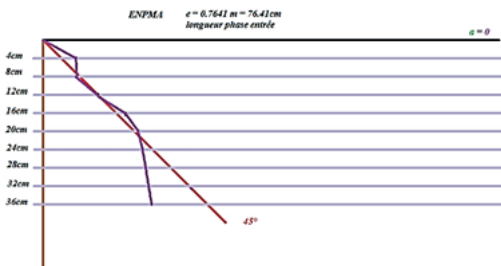


Figure 6 : Représentation graphique de la phase entrée en traitement pour la charrue ENPMA.

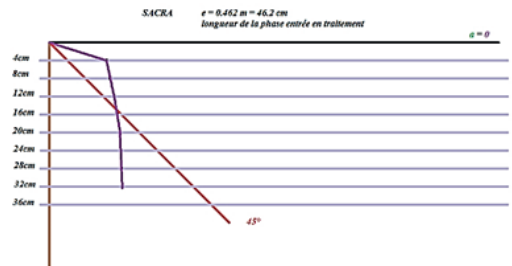


Figure 7 : Représentation graphique de la phase entrée en traitement pour la charrue SACRA.

proportion de la longueur des phases entrée et sortie de traitement est diminuée.

CONCLUSION

La séquence de traitement d'une bande de terre étant une représentation synoptique d'une opération de travail du sol effectué avec un outil donné. Elle nous a permis d'intégrer dans un schéma les différents paramètres utilisés lors des évaluations. Les paramètres sont subdivisés en trois groupes qui sont les conditions du sol, les conditions de travail et les caractéristiques géométriques. (Badouna et Amara, 2015).

Les conditions de travail définissent la forme géométrique de la séquence de traitement de la bande de terre. Cette géométrie de la séquence de traitement de la bande de terre est aussi totalement dépendante de la géométrie de l'outil en action lors de l'opération de travail du sol. Les conditions du sol représentent à notre avis les caractéristiques intrinsèques de la séquence de traitement de la bande de terre. Ces conditions des sols ont aussi un effet sur le comportement de la séquence de traitement en réaction à l'action des outils de travail des sols agricoles.

Le modèle GORJASCHKIN et le modèle AMARA retenus pour la charrue à socs donnant une valeur à l'effort de

résistance à la traction correspondante à un corps de charrue. Il est de même pour un outil à disque ou à dents. Chaque disque ou chaque dent correspond une valeur de l'effort de résistance à la traction. Par conséquent, chaque modèle indique une valeur de l'effort de résistance à la traction et correspond à une séquence de traitement. Ainsi un corps de charrue, un disque ou une dent sont modélisés à partir d'une séquence de traitement de la bande de terre compte-tenu de différents paramètres utilisés pour chacun des modèles.

Les modèles choisis pour l'évaluation de l'effort de résistance à la traction s'intègrent tous dans ce concept de séquence de traitement de la bande de terre. Cette nouvelle approche nous permettra de concevoir des modèles mathématiques plus précis de l'évaluation de l'effort de résistance à la traction. Cette approche nous sera utile dans la conception d'un éventuel programme informatique.

La compréhension de la position des différents paramètres de l'effort de traction et de l'énergie dans la séquence de traitement aidera à améliorer les modèles de calculs.

Références

Álvaro-Fuentes, J., Arrúe, J.L., Cantero-Martínez, C., & López, M. V. (2008). Aggregate breakdown during tillage in a Mediterranean loamy soil. *Soil and tillage Research*, 101(1-2), 62-68.

Amara M., (2009). Contribution à la modélisation interface outils aratoires-sol : Optimisation de la forme et de l'effort de résistance à la traction des corps de charrue à socs et des outils à dents. Edilivre. Universitaire. Paris: Edilivre.

Amara M., et Couhert J.P., (2007). Modelling of the Effort of Active Surfaces of the Share Plough ». *Medwell Journal, Agricultural Journal*, 2 (3): 434-40. doi:aj.2007.434.440.

Amara M., Guedioura I. (2013). A force prediction model for the plough introducing its geometrical characteristics and its comparison with Gorjachkin and Gee Clough models ». *Erudite Journal of Engineering sciences and Technology (EJEST)*1 (1): 1-7.

Ashworth A.J., De Bruyn J.M., Allen F.L., Radosevich M., & Owens P.R., (2017). Microbial community structure is affected by cropping sequences and

poultry litter under long-term no-tillage. *Soil Biology and Biochemistry*, 114, 210-219.

Bachir H., Semar A., Mazari A., (2016). Statistical and Geostatistical analysis related to geographical parameters for spatial and temporal representation of rainfall in semi-arid environments the Case of Algeria. *Arabian Journal of Geosciences* 9 (7): 486-498. DOI: 10.1007/s12517-016-2505-8

Bachir H., Kezouh S., Ait-Oubelli M., Semar A., Smadhi D., Ouamer-Ali Karim, (2021). Interpolation improvement using rain gauging station information and hydroclimate change comparing (1913-1938)/(1986-2016). *Al-Qadisiyah Journal For Agriculture Sciences*. 11 (01).

Badouna B.E., et Amara M., (2015). Etablissement d'un Programme Informatique pour la Détermination de l'Effort de Résistance à la Traction des Outils Aratoires en vue de l'Optimisation des Besoins en Energie. *Wulfenia JOURNAL* 22 (7): 343-55.

Badouna B.E., (2016). Rational use of energy for planting crops: Establishment of a computer program for the determination of the tensile strength of agricultural tools in order to

optimize energy requirements. Theses Doctorat, Ecole National Supérieure Agronomique. El Harrach - Alger- Algérie.

Badouna B.E., Mechentel E., (2022). Contribution for establishment of software for determining the tensile strength of agricultural tools, simple and complex shaped tools. *Acta Technologica Agriculturae* 4(2022): 211-220. DOI: 10.2478/ata-2022-0031.

Binesse M., (1970). Cisaillement et résistance spécifique du sol lors des labours classiques. » Etude du CNEEMA. France: CNEEMA.

Boubrit B., (2000). Evaluation de la résistance à la traction d'une dent en fonction des caractéristiques physiques du sol. Application de l'analyse dimensionnelle et modélisation. » Magister, El-Harrach: INA.

Doran J.W., (1980). Soil microbial and biochemical changes associated with reduced tillage. *Soil Science Society of America Journal*, 44(4), 765-771.

Eghball B., Mielke L.N., Calvo G.A., & Wilhelm W.W., (1993). Fractal description of soil fragmentation for various tillage methods and crop sequences. *Soil Science Society of America Journal*, 57(5), 1337-1341.

Farina R., Seddaiu G., Orsini R., Steglich E., Roggero P.P., & Francaviglia R., (2011). Soil carbon dynamics and crop productivity as influenced by climate change in a rainfed cereal system under contrasting tillage using EPIC. *Soil and Tillage Research*, 112(1), 36-46.

Findeling, A., Ruy, S., & Scopel, E. (2003). Modeling the effects of a partial residue mulch on runoff using a physically based approach. *Journal of hydrology*, 275(1-2), 49-66.

Gee-Clough D., McAllister M., Pearson G., Evernden D.W. (1978). The empirical prediction of tractor-implement field performance. *Journal of Terramechanics* 15 (2): 81-94.

Gorjatschkin V.P., et Sohene., (1960). Collected Works in Three Volumes. N. D. Luchinskii. Jerusalem: Ketter Press.

Guedioura I., (2001). Essai de modélisation de l'effort de résistance à la traction des outils aratoires (Cas des outils à dents). Thèse Magister, Institut National Agronomique. El Harrach - Alger- Algérie

Le Bissonnais Y.L., (1996). Aggregate stability and assessment of soil crustability and erodibility: I. Theory and methodology. *European Journal of soil science*, 47(4), 425-437.

Le Bissonais Y.L., Blavet D., De Noni G., Laurent J.Y., Asseline J., & Chenu C., (2007). Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science*, 58(1), 188-195.

Pratibha G., Srinivas I., Rao K.V., Raju B.M.K., Shanker A.K., Jha A., & Reddy K.S. (2019). Identification of environment friendly tillage implement as a strategy for energy efficiency and mitigation of climate change in semiarid rainfed agro ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 214, 524-535.

Revel J.C., Coste N., Cavalie J., Costes J.L., (1989). Premiers résultats expérimentaux sur l'entraînement mécanique des terres par le travail du sol dans le Terrefort toulousain (France). In: Spécial Erosion. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*, 25 (1-2), p. 111-118. ISSN 0029-7259.

Roose E., (1994). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES) (Vol. 70). Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture.

Semar, A., Hartani, T., & Bachir, H. (2019). Soil and water salinity evaluation in new agriculture land under

arid climate, the case of the Hassi Miloud area, Algeria. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 4(1), 1-14.

Smadhi D., Zella L., Bachir H. (2017). Droughts in semi-arid cereal regions of Algeria. *Journal of Applied and Fundamental Sciences* 04/2017; 09(02):1063-1073.