



Disparités d'adoption des nouvelles technologies d'irrigation par les agriculteurs marocains : un aperçu empirique

Disparities in adoption of new irrigation technologies by Moroccan farmers: an empirical overview

***Taoufik Yatribi**

t.yatribi@gmail.com

*Enseignant-chercheur, Département d'Economie Rurale, Ecole Nationale
d'Agriculture de Meknès

Résumé : Cette recherche a pour objectif de donner un aperçu quantitatif sur l'adoption des nouvelles technologies d'irrigation (sondes capacitatives, stations météorologiques et applications mobiles) par les agriculteurs marocains, il se veut de donner une caractérisation de l'adoption en se basant explicitement sur les déterminants de l'adoption identifiés dans la littérature. La recherche est menée sur un échantillon de 82 agriculteurs de la région de Souss-Massa (Agadir). Les résultats de l'analyse descriptive révèlent plusieurs disparités en matière d'adoption. En effet, il semble que la perception du coût de la technologie, l'utilité perçue des NTI, la facilité d'usage, l'accès au crédit, la destination de la production des exploitations agricoles, sont étroitement liés à l'adoption. La recherche met en évidence des résultats pratiques et des pistes de recherches futures intéressantes dans ce domaine.

Mots-clés : *Adoption, nouvelles technologies, irrigation, agriculture.*

Abstract: This research aims to give a quantitative overview on the adoption of new irrigation technologies (capacitive probes, weather stations and mobile applications) by Moroccan farmers, it aims to give a characterization of the adoption based explicitly on the determinants of adoption identified in the literature. The research is carried out on a sample of 82 farmers from the region of Souss-Massa (Agadir). The results of the descriptive analysis reveal several disparities in adoption. Indeed, it seems that the perception of the cost of the technology, the perceived usefulness of NITs, ease of use, access to credit, the destination of farm production, are closely linked to adoption. The research highlights practical results and interesting future research avenues in this field.

Key words : *Adoption, New technologies, irrigation, agriculture.*



1. Introduction

Après le Plan Maroc Vert, un nouveau contexte économique, social, environnemental et politique se dessine depuis la mise en place de la nouvelle stratégie « Génération Green 2020-2030 ». La digitalisation de l'agriculture commence à gagner plus d'intérêt. La dernière édition du Salon International de l'Agriculture au Maroc (SIAM) qui a été prévu en Avril 2020 a consacré son thème sur les innovations technologiques en agriculture, avec le slogan « *L'avenir de l'agriculture se trouve dans les innovations technologiques* ». La crise sanitaire du COVID-19 a renforcé cette nécessité du passage à une économie numérique, surtout lorsque cette pandémie a paralysé de nombreux secteurs, menaçant ainsi la sécurité alimentaire. Le secteur agricole est aussi concerné. Les études empiriques suggèrent que les nouvelles technologies ont des effets positifs à la fois agronomique, économique et environnemental (Koutsos et Menexes, 2019). Les experts s'accordent aujourd'hui que l'innovation technologique est un atout pour gagner en temps et en précision pour le bien de l'agriculteur, de l'exploitation et de l'environnement.

La région de Souss-Massa, principale zone agricole du Royaume, et l'un des principaux pôles de croissance économique grâce aux projets initiés dans le cadre du Plan Maroc Vert. Toutefois, les activités agricoles sont menacées par leur dépendance en ressources en eau. L'utilisation intensive de l'irrigation qui diminue progressivement et dangereusement les ressources en eaux souterraines, le taux de remplissage des barrages de la région est passé de 41,73% l'an dernier, à 24% cette année. L'introduction des nouvelles technologies d'irrigation (NTI) est devenue une nécessité pour une utilisation plus rationnelle des ressources naturelles. Les technologies comme les sondes capacitatives, les stations météorologiques et les applications mobiles sont considérées comme des technologies indispensables pour un bon pilotage d'irrigation.

Au Maroc, nous connaissons peu de choses au sujet de l'adoption des NT dans le secteur agricole. Dans cette perspective, ce travail a pour objectif de donner un aperçu quantitatif sur l'adoption des NTI (sondes capacitatives, les stations météorologiques et les applications mobiles) par les agriculteurs marocains, il se veut de donner une caractérisation de l'adoption en se basant explicitement sur les déterminants de l'adoption identifiés dans la littérature. La première partie présente une revue de la littérature sur les déterminants de l'adoption (2), puis nous présentons notre échantillon et la méthode de collecte des données (3), et enfin, nous présentons les résultats de notre recherche (4).

2. Revue de littérature

Une lecture transversale de la littérature permet d'identifier plusieurs facteurs susceptibles d'influencer l'adoption des NT par les agriculteurs. Nous passons en revue les principaux facteurs identifiés dans la littérature.

Les agriculteurs sont plus motivés d'adopter les NT après avoir vu leur efficacité sur le terrain (Barnes et al., 2019; Brown et al., 2019; D'Antoni et al., 2012; De la Rue et Eastwood, 2017; Griffin et al., 2017; Ng'ang'a et al., 2019). Par exemple, Brown et



al. (2016), dans une étude sur l'adoption des technologies dans la filière laitière en Italie, il indique que la démonstration des nouvelles technologies se fait pratiquement au sein des réseaux d'agriculteurs, ce qui encourage les autres agriculteurs d'acquérir la même technologie.

La littérature indique aussi que le coût d'acquisition de la technologie est souvent identifié comme un déterminant de l'adoption (Carrer et al., 2017; Chang et Tsai, 2015; Gyata, 2019; Keskin et Sekerli, 2016; Khanal et al., 2019). Reichardt et Jürgens (2009) soulignent que la majorité des agriculteurs hésite d'introduire des technologies de l'agriculture de précision principalement en raison des coûts élevés. Les grandes exploitations sont plus susceptibles d'adopter des technologies de l'agriculture de précision par rapport aux petites exploitations en raison de leur capacité financière importantes (Barnes et al., 2019).

De sa part, Adnan et al. (2017) trouvent que l'intention d'adoption des progiciels de gestion intégré (SAP) par les agriculteurs est influencée par la facilité d'utilisation perçue, les normes subjective et le contrôle comportemental perçu. Les auteurs montrent que la perception des agriculteurs sur la facilité d'utilisation de la technologie de l'AP a un impact significatif sur son adoption. Un agriculteur qui perçoit la technologie comme complexe ou difficile à utiliser, il serait moins motivé pour l'adopter (Aubert et al., 2012).

D'autre part, la présence d'un revenu non-agricole (ou une activité secondaire) est généralement associé à l'adoption des NT. Les résultats des recherches montrent que plus le revenu est important, plus l'agriculteur est susceptible d'adopter les NT (Miller et al., 2019). Lambert et al. (2015) ont montré qu'une augmentation de 10% des revenus tirés de l'agriculture était associée à une augmentation de 9,2% des chances qu'un producteur adopte ces technologies. L'existence d'un revenu non-agricole permet aussi d'augmenter les chances d'adoption (Ng'ang'a et al., 2019). Barnes et al. (2019) expliquent que pour les agriculteurs avec un revenu modéré, le revenu non-agricole fournit une trésorerie qui peut aider l'agriculteur pour acquérir les NT.

La littérature consultée dans le cadre de cette recherche a montré l'existence d'une relation entre le régime foncier et l'adoption des NT. Barnes et al. (2019) soulignent que l'absence d'un titre de propriété diminue considérablement la probabilité pour que les agriculteurs adoptent les technologies. En effet, les agriculteurs titulaires d'un titre de propriété sont plus susceptibles d'adopter des pratiques qui améliorent le sol par rapport à ceux qui sont dans la location. Des études (Lambert et al., 2015; Séogo et Zahonogo, 2019) ont indiqué que les agriculteurs qui avaient obtenu des certificats de propriété se sentaient plus en sécurité, ce qui leur a permis de faire des investissements de long terme. C'est le cas par exemple du goutte-à-goutte, la non adoption est la plus souvent liée au statut de location qui ne bénéficie pas des subventions de l'Etat dans plusieurs pays.

La littérature montre aussi l'importance de l'intervention des services publics par rapport à l'encouragement de l'adoption des NT. Il a été démontré que la sensibilisation (Adnan et al., 2017; Mengistu et Assefa, 2019), l'accès aux services de vulgarisation agricole (Mengistu & Assefa, 2019), les facilités de crédit et la pratique



d'agrégation (Barnes et al., 2019; Danso-Abbeam et al., 2019; Gyata, 2019; Kaarhikeyan et Suresh, 2019) sont essentielles d'encourager l'adoption des innovations technologiques. Mengistu et Assefa (2019) trouvent que la formation et la vulgarisation sont des moyens de sensibilisation et de soutien pour l'adoption des pratiques de gestion des bassins-versants. Reichardt et Jürgens (2009) soulignent l'importance d'un bon service de conseil, et l'offre des informations nécessaires. L'auteur souligne que l'absence d'un service de conseil et de formation est un frein pour l'adoption, et que l'accès à l'internet seul n'est pas suffisant pour les agriculteurs.

L'accès des agriculteurs aux services de crédit est aussi identifié comme un déterminant de l'intensité de l'adoption, car le crédit bancaire permet aux agriculteurs d'avoir une autre ressource financière pour investir. Plusieurs études (Danso-Abbeam et al., 2019; Gyata, 2019; Kaarhikeyan et Suresh, 2019) concluent que l'accès des agriculteurs aux crédits bancaires augmente la probabilité d'adoption des nouvelles technologies. Barnes et al. (2019) ont montré que les subventions et la fiscalité sont des instruments importants qui encouragent l'adoption des NT.

3. Echantillon et collecte des données

Notre collecte de données a été effectuée dans la région de Souss-Massa (Maroc). Pour collecter les données, nous avons opté pour des enquêtes à distance durant le mois d'avril 2020. Ce choix est justifié en raison de la crise sanitaire liée au COVID-19, et l'obligation de la distanciation sociale. Un questionnaire a été élaboré en se basant sur notre cadre théorique. Le tableau 1 donne un aperçu sur l'ensemble des variables utilisées, et les modalités de réponse. Nous avons effectué 82 enquêtes exploratoires, si un tel échantillon n'est pas représentatif, il laisse déjà la possibilité d'améliorer notre connaissance sur le sujet d'adoption des NT par les agriculteurs.



Tableau 1. Brève description des variables utilisées dans l'analyse exploratoire.

Variable	Type	Description
Adoption des NT	Binaire	1 = Oui ; 0 = Non
Intensité d'adoption	Catégorielle	1 = Sondes capacitives ; 2 = Stations météorologiques ; 3 = Application mobile
Age	Catégorielle	1 = <45 ; 2 = 45-60 ; 3 = Plus 60 ans
Niveau d'éducation	Catégorielle	1 = Analphabète ; 2 = Niveau primaire ; 3 = Niveau secondaire ; 4 = \geq Bac+3
Revenu agricole	Continue	-
Revenu agricole non	Binaire	1 = Oui ; 0 = Non
Utilité perçue	Echelle	1 = Pas du tout utile ; 2 = Pas utile 3 = Utile ; 4 = Très utile
Taille de la ferme	Catégorielle	1 = < 20 ; 2 = 20 – 50 ; 3 = 50 – 100 ; 4 = >100
Régime foncier	Binaire	1 = Propriété ; 0 = Location
Accès au crédit	Binaire	0 : Non ; 1 : Oui
Service de conseil	Binaire	0 : Non ; 1 : Oui
Coût de la technologie	Echelle	1 = Pas du tout élevé ; 2 = Pas élevé 3 = Elevée ; 4 = Très élevée
Facilité d'usage	Echelle	1 = Très facile ; 2 = Facile ; 3 = Difficile ; 4 = Très difficile

4. Résultats

4.1. Aperçu descriptif de l'échantillon

Tous les chefs des exploitations de notre échantillon sont gérés par des hommes, ont un âge moyen de 45 ans. La répartition des agriculteurs de notre échantillon selon le niveau d'instruction montre que 35% des agriculteurs ont un niveau d'étude supérieur au BAC+3. 42% sont analphabète, et 23% ont des niveaux de primaire et secondaire.

Concernant la taille des exploitations enquêtées, notre échantillon est composé des exploitations agricoles dont la superficie allant de 2 ha à 800 ha. Presque 40% des exploitations de notre échantillon possèdent une taille entre 5-20ha, 15% ont une taille entre 20 et 50 ha, 15% ont une taille entre 50 et 100ha, et 30% ont une taille plus de 100 ha.



Pour le type de culture, le maraichage est identifié comme la principale culture dans 62% des exploitations de l'échantillon, contre 38% pour les agrumes. Pour le régime foncier, la location est dominante, elle représente 57% des exploitations de notre échantillon. Le reste sont des propriétés privées. Concernant l'orientation de la production, 43% de la production des exploitations est destinée au marché local, 40 % est destinée à l'export, et 17% de la production est destinée à la transformation.

Enfin, une répartition de notre échantillon selon l'adhésion ou non à une organisation professionnelle agricole (OPA) montre que 35% des agriculteurs de l'échantillon sont adhérents à une OPA : 26% des agriculteurs sont membres des coopératives, 9% des agriculteurs sont adhérents aux associations. 65% des agriculteurs de l'échantillon n'adhèrent à aucune OPA.

4.2. Caractérisation d'adoption des nouvelles technologies d'irrigation

Nous procéderons maintenant à une analyse descriptive de l'adoption des NTI chez les agriculteurs selon les différents déterminants de l'adoption identifiés dans la littérature.

4.2.1 Adoption et intensité d'adoption des NTI

La répartition de notre échantillon est équilibrée en termes d'adoption et la non-adoption des NTI. En effet, 51 % des agriculteurs de notre échantillon adoptent au moins une des trois NTI susmentionnées. Alors que, 49% des agriculteurs sondés n'adoptent aucune de ces NTI (Figure 1).

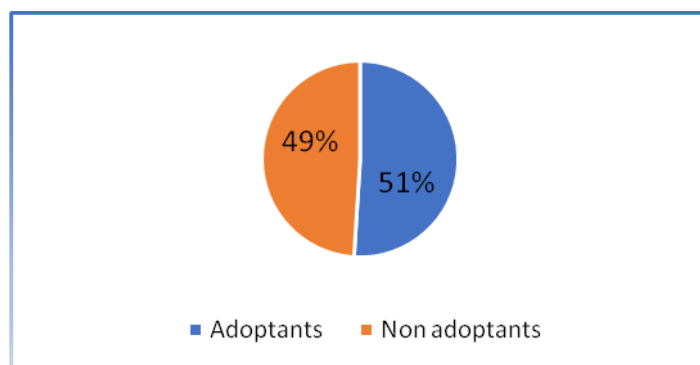


Figure 1. Répartition des agriculteurs selon l'adoption des NTI

D'autre part, les résultats relatifs à l'intensité d'adoption montrent que 47% des adoptants utilisent les trois NTI, contre 28% adoptent les sondes capacitatives, et 25% utilisent à la fois les sondes capacitatives et stations météorologiques (Figure 2).

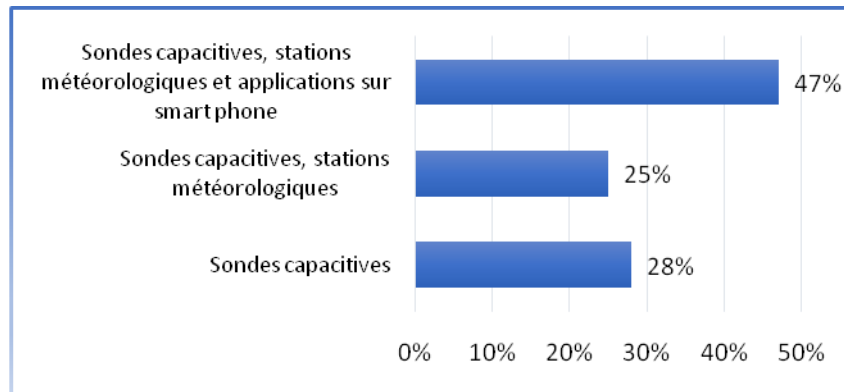


Figure 2. Répartition de l'échantillon selon l'intensité d'adoption des NTI

4.2.2 L'adoption des NTI selon l'utilité perçue

Les résultats de notre enquête révèlent que 33% de notre échantillon estiment que les NTI ont pour rôle de faciliter le travail de l'agriculteur, cette catégorie d'agriculteurs n'adoptent aucune technologie. Cependant, 20% des agriculteurs pensent que les NTI ont pour rôle la préservation des ressources naturelles, contre 13% des agriculteurs pensent que les NTI contribuent à l'amélioration du pilotage de l'irrigation. Pour ces deux dernières catégories, la majorité des agriculteurs sont des adoptants des NTI. D'autre part, les agriculteurs qui perçoivent que les NTI ont pour rôle l'amélioration de la qualité de la production, la diminution des coûts de production et l'augmentation des quantités produites sont de 13%, 11% et 10% respectivement (Figure 3), l'adoption est insignifiante pour ces trois catégories.

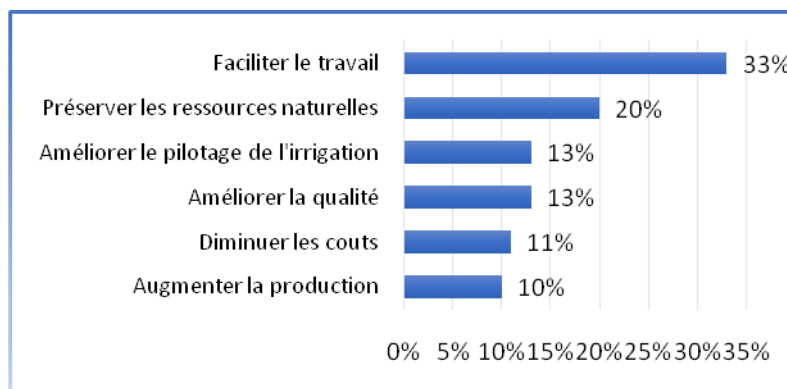


Figure 3. Répartition des agriculteurs adoptants selon l'utilité perçue des NTI

4.2.3 L'adoption des NTI selon la perception du coût d'achat

La figure 4 récapitule que 30% des agriculteurs trouvent que le coût d'achat des NTI est élevé. Dans cette catégorie, 71% de ces agriculteurs ne sont pas des adoptants. Cependant, 27% des agriculteurs trouvent que le coût des NTI est moyen, la majorité de ces agriculteurs adoptent les NTI. Enfin, 25% des agriculteurs trouvent que le coût des NTI est très élevé, tous ces agriculteurs ne sont pas des adoptants (figure 4).

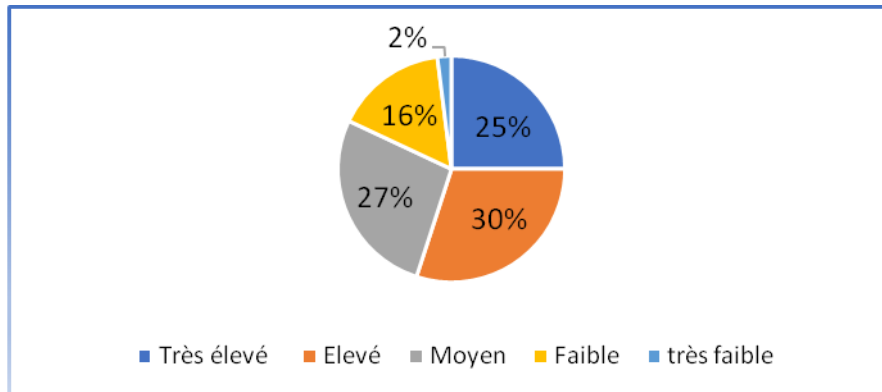


Figure 4. Répartition des agriculteurs adoptants selon la perception du coût d'achat des NTI

4.2.4 L'adoption des NTI selon la facilité d'usage perçue

La Figure 5 montre que 40% des agriculteurs enquêtés trouvent que la manipulation des NTI est « facile » (33%), ou « très facile » (7%). La majorité des agriculteurs de ces catégories adoptent les NTI. D'autres part, 20% des agriculteurs de notre échantillon trouvent la manipulation des NTI est très difficile. Tous les agriculteurs de cette catégorie n'adoptent pas les NTI.

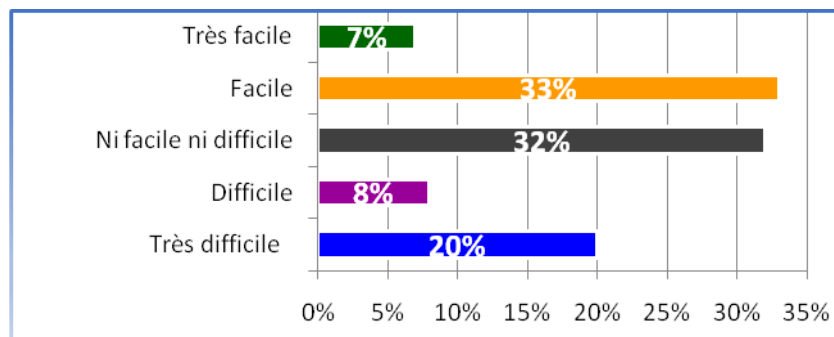


Figure 5. Répartition des agriculteurs adoptants selon la facilité d'usage perçue des NTI

4.2.5 L'adoption des NTI selon la destination de la production

La production de 43% des exploitations enquêtées est destinée au marché local, contre 40% est destinée à l'export. Pour ces deux catégories d'agriculteurs, 75% des agriculteurs relatifs à la production de l'export sont des adoptants, et ayant des exploitations de grandes superficies, contre 60% des agriculteurs relatifs à la production destinée au marché local sont des adoptants. Cependant, la production de 17% des exploitations de notre échantillon est destinée à la transformation. La majorité de ces exploitations ne sont pas des adoptants et ayant des petites superficies.

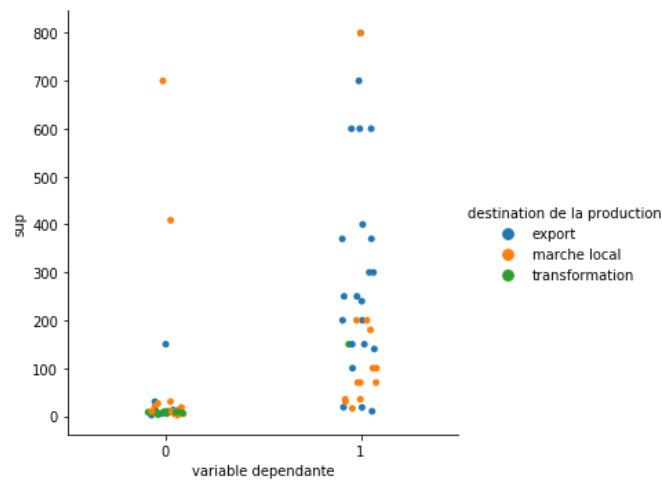


Figure 6. Répartition des agriculteurs selon la destination de la production, taille de la ferme et l'adoption des NTI

4.2.7 L'adoption des NTI selon le régime foncier

Notre enquête révèle que 54% des exploitations sont des locations, contre 46% sont des propriétés privées. Pour les agriculteurs locataires, 43% sont des adoptants des NTI, contre seulement 10% pour les propriétés privées (Figure 7). On pouvait s'attendre au contraire, mais cela revient au montant de l'investissement dans les NT. En effet, des études (Khanal et al., 2019; Séogo et Zahonogo, 2019) ont montré que les agriculteurs qui possèdent des titres de propriétés se sentaient pas en sécurité pour investir dans les NT, mais cela dépend aussi s'il s'agit d'un investissement couteux et de long terme, comme pour le cas du goutte-à-goutte qui nécessite des investissements importants, que souvent les agriculteurs propriétaires qui adoptent ce genre de technologie.

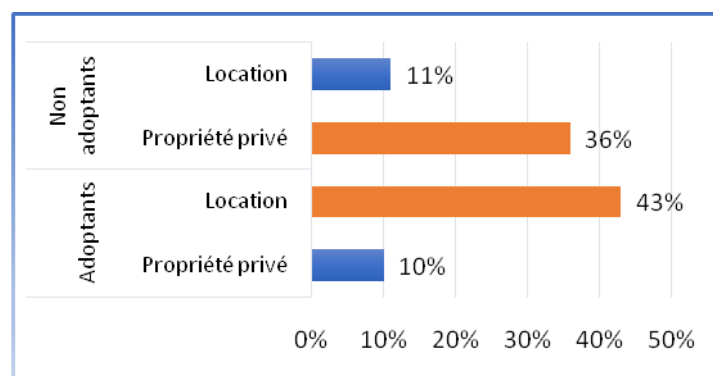


Figure 7. Répartition des exploitations de l'échantillon selon le régime foncier

4.2.8 L'adoption des NTI selon les activités secondaires

Les agriculteurs qui exercent des activités secondaires présentent 43% de notre échantillon, seulement 2% de ces agriculteurs adoptent les NTI. Les agriculteurs qui ne possèdent pas une activité secondaire sont de 57% de notre échantillon, dont 44% sont des adoptants (figure 8). Cette constatation est en contradiction avec la littérature.

En effet, Ng'ang'a et al.(2019) soulignent que l'existence d'un revenu non-agricole permet d'augmenter les chances d'adoption des NT. Barnes et al. (2019) expliquent que pour les agriculteurs avec un revenu modéré, le revenu hors ferme fournit une trésorerie qui peut aider l'agriculteur pour acquérir de nouvelles technologies.

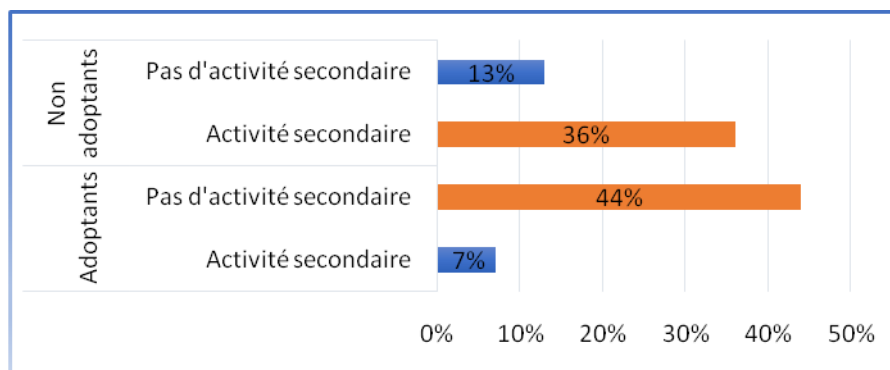


Figure 8. Répartition des agriculteurs selon la présence ou non d'une activité secondaire

4.2.9 L'adoption des NTI selon la sensibilisation aux nouvelles technologies

Bien que le conseil agricole a également un impact positif sur l'adoption des nouvelles technologies (Danso-Abbeam et al., 2019; Knierim et al., 2019; Reichardt & Jürgens, 2009), notre enquête montre que 55% des agriculteurs n'ont jamais participé à un atelier de sensibilisation aux NT, une grande partie de ces agriculteurs n'adoptent pas les NTI. Cependant, 45% des agriculteurs ayant déjà participé à un atelier de sensibilisation sur les NT, on trouve que 2/3 de ces agriculteurs sont des adoptants (figure 9).

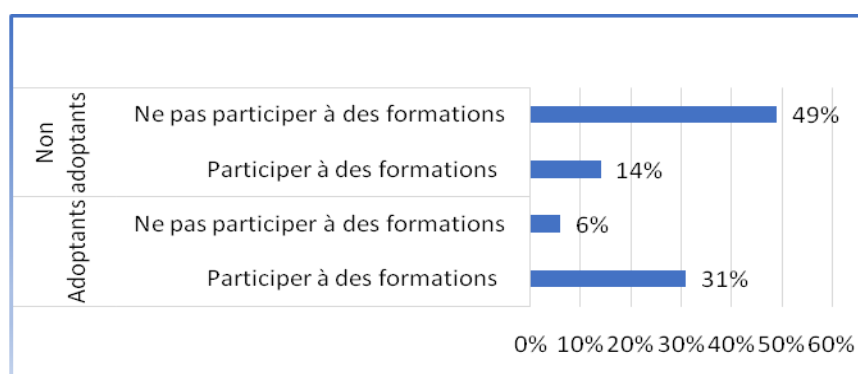


Figure 9. Répartition des agriculteurs selon la participation ou non à un atelier de sensibilisation

4.2.10 L'adoption des NTI selon l'accès au crédit

L'accès au crédit est reconnu comme un facteur déterminant de l'adoption des technologies. Nos résultats révèlent que 50% des agriculteurs de notre échantillon ont déjà bénéficié d'un crédit, dont 45% sont des adoptants. Ceux qui n'ont pas un accès au crédit sont de 50% de notre échantillon dont 13% sont des adoptants. D'autre part, 37% des agriculteurs de l'échantillon ne peuvent pas avoir des crédits auprès des



banques et n'adoptent aucune NT (figure 10). Ce constat concorde avec la littérature, plusieurs études (Danso-Abbeam et al., 2019; Gyata, 2019; Kaarthikeyan et Suresh, 2019) trouvent que l'accès des agriculteurs aux services de crédit augmente la probabilité d'adoption des technologies.

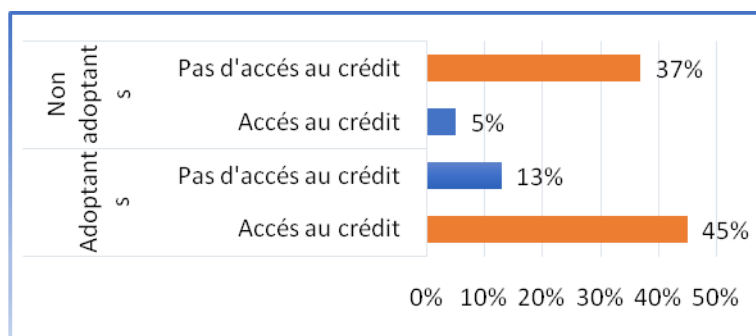


Figure 10. Répartition des agriculteurs selon l'accès au crédit

5. Conclusion

Cette étude de type exploratoire avait pour objectif de donner un aperçu quantitatif sur l'adoption des NTI (les sondes capacitatives, les stations météorologiques et des applications sur smartphone) par les agriculteurs marocains dans la région de Souss-Massa. Un échantillon de 82 agriculteurs a été mobilisé, et une analyse statistique descriptive a été utilisée.

Les résultats révèlent que 51 % des agriculteurs sont des adoptants des NTI, contre 49% des agriculteurs interrogés n'adoptent aucune des NTI. Notre étude a relevé quelques disparités intéressantes en matière d'adoption. En effet, il semble que la perception du coût d'achat de la technologie joue un rôle dans la décision d'adoption, la plupart des agriculteurs enquêtés qui perçoivent que les coûts sont élevés ne sont pas des adoptants. D'autre part, la non-adoption semble aussi liée à l'utilité perçue des NTI. Les agriculteurs qui perçoivent que les NTI ont seulement pour objectif de « faciliter du travail » de l'agriculteur, ne sont pas des agriculteurs adoptants. En parallèle, cette dernière catégorie trouve aussi que la manipulation des NTI est très difficile. Tous les agriculteurs de cette catégorie sont des non-adoptants. Par rapport à la destination de la production des exploitations agricoles enquêtées, l'adoption est caractérisée par une proportion plus importante chez les exploitations dont la production est destinée à l'export. Bien que l'ensemble de ces résultats concorde avec la littérature, les autres constats trouvés sont en contradiction. Par exemple, en faisant référence à la littérature, nous n'avons pas trouvé que les agriculteurs ayant des titres de propriété sont plus adoptants que les agriculteurs locataires. Cela peut être expliqué par le montant de l'investissement dans les NT. Des études (Khanal et al., 2019; Séogo et Zahonogo, 2019) ont montré que les agriculteurs qui possèdent des titres de propriété se sentaient plus en sécurité pour investir dans les NT, mais cela dépend aussi s'il s'agit d'un investissement coûteux et de long terme, comme pour le cas du goutte-à-goutte. D'autre part, d'après les résultats de notre enquête, l'adoption ne semble pas liée au revenu non-agricole (activités secondaires). En effet, seulement 2% des agriculteurs ayant une activité secondaire adoptent les NTI. Ng'ang'a et al.



(2019) soulignent que l'existence d'un revenu non-agricole permet d'augmenter les chances d'adoption des NT. Barnes et al. (2019) expliquent que pour les agriculteurs avec un revenu modéré, le revenu hors ferme fournit une trésorerie qui peut aider l'agriculteur pour acquérir de nouvelles technologies.

Finalement, les résultats conclus dans cette étude peuvent servir de point de départ pour une recherche d'envergure. Il serait intéressant de réaliser une étude quantitative approfondie à travers un modèle Logit et Tobit sur les déterminants d'adoption et de l'intensité d'adoption des NT par les agriculteurs marocains. Il serait aussi intéressant de se focaliser sur certains facteurs institutionnels, comme le régime foncier et sa relation avec l'adoption de certaines NT qui nécessitent des investissements importants *versus* celles qui sont accessibles par la plupart des agriculteurs. L'attitude au risque chez les agriculteurs est aussi un volet à traiter. En effet, certains agriculteurs préfèrent travailler avec les moyens dont ils disposent plutôt d'investir dans les nouvelles technologies. Cette réticence s'explique notamment par l'incertitude, quant au retour économique lié à l'utilisation des NT. De plus, la dominance de la génération X (née entre 1959 et 1981) parmi les agriculteurs risque d'être aussi une contrainte à ce niveau. En effet, cette génération serait réticente aux changements parce que derrière eux, il y a une éducation et des habitudes de pensée difficilement conciliables avec l'esprit d'innovation. A notre connaissance, il n'existe pas des travaux sur ces sujets.

Références

- [1] ADNAN, N., NORDIN, S. M., & BIN ABU BAKAR, Z. (2017). «*Understanding and facilitating sustainable agricultural practice: A comprehensive analysis of adoption behaviour among Malaysian paddy farmers*». Land Use Policy, 68, 372-382. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.07.046>
- [2] AUBERT, B. A., SCHROEDER, A., & GRIMAUDO, J. (2012). «*IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology*». Decision Support Systems, 54(1), 510-520. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.07.002>
- [3] BARNES, A. P., SOTO, I., EORY, V., BECK, B., BALAFOUTIS, A., SÁNCHEZ, B., VANGEYTE, J., FOUNTAS, S., VAN DER WAL, T., & GÓMEZ-BARBERO, M. (2019). «*Exploring the adoption of precision agricultural technologies: A cross regional study of EU farmers*». Land Use Policy, 80, 163-174. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.10.004>
- [4] BROWN, P., DAIGNEAULT, A., & DAWSON, J. (2019). «*Age, values, farming objectives, past management decisions, and future intentions in New Zealand agriculture*». Journal of Environmental Management, 231, 110-120. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.10.018>
- [5] BROWN, P., HART, G., SMALL, B., & DE OCAMUNGUIA, O. M. (2016). «*Agents for diffusion of agricultural innovations for environmental outcomes*». Land Use Policy, 55, 318-326. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.04.017>
- [6] CARRER, M. J., DE SOUZA FILHO, H. M., & BATALHA, M. O. (2017). «*Factors influencing the adoption of Farm Management Information Systems (FMIS)*



- by *Brazilian citrus farmers*». *Computers and Electronics in Agriculture*, 138, 11-19. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.04.004>
- [7] CHANG, S. C., & TSAI, C.-H. (2015). «*The adoption of new technology by the farmers in Taiwan*». *Applied Economics*, 47(36), 3817-3824. Scopus. <https://doi.org/10.1080/00036846.2015.1019035>
- [8] DANSO-ABBEAM, G., DAGUNGA, G., & EHIKPOR, D. S. (2019). «*Adoption of Zai technology for soil fertility management : Evidence from Upper East region*», Ghana. *Journal of Economic Structures*, 8(1). Scopus. <https://doi.org/10.1186/s40008-019-0163-1>
- [9] D'ANTONI, J. M., MISHRA, A. K., & JOO, H. (2012). «*Farmers' perception of precision technology : The case of autosteer adoption by cotton farmers*». *Computers and Electronics in Agriculture*, 87, 121-128. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2012.05.017>
- [10] DELA RUE, B. T., & EASTWOOD, C. R. (2017). «*Individualised feeding of concentrate supplement in pasture-based dairy systems : Practices and perceptions of New Zealand dairy farmers and their advisors*». *Animal Production Science*, 57(7), 1543-1549. Scopus. <https://doi.org/10.1071/AN16471>
- [11] GRIFFIN, T. W., MILLER, N. J., BERGTOLD, J., SHANOYAN, A., SHARDA, A., & CIAMPITTI, I. A. (2017). «*Farm's sequence of adoption of information-intensive precision agricultural technology*». *Applied Engineering in Agriculture*, 33(4), 521-527. Scopus. <https://doi.org/10.13031/aea.12228>
- [12] GYATA, B. A. (2019). «*Comparative assessment of adoption determinants of electronic wallet system by rice farmers in Benue and Taraba states, Nigeria*». *Food Research*, 3(2), 117-122. Scopus. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.3\(2\).132](https://doi.org/10.26656/fr.2017.3(2).132)
- [13] KAARTHIKEYAN, G. M., & SURESH, A. (2019). «*A study on understanding the adoption of water saving technology : A case study of drip irrigation*». *International Journal of Recent Technology and Engineering*, 7(6), 1123-1130. Scopus.
- [14] KESKIN, M., & SEKERLI, Y. E. (2016). «*Awareness and adoption of precision agriculture in the Cukurova region of Turkey*». *Agronomy Research*, 14(4), 1307-1320. Scopus.
- [15] KHANAL, A. R., MISHRA, A. K., LAMBERT, D. M., & PAUDEL, K. K. (2019). «*Modeling post adoption decision in precision agriculture : A Bayesian approach*». *Computers and Electronics in Agriculture*, 162, 466-474. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.04.025>
- [16] KNIERIM, A., KERNECKER, M., ERDLER, K., KRAUS, T., BORGES, F., & WURBS, A. (2019). «*Smart farming technology innovations – Insights and reflections from the German Smart-AKIS hub*». *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences*, 90-91. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2019.100314>
- [17] KOUTSOS, T., & MENEXES, G. (2019). «*Economic, agronomic, and environmental benefits from the adoption of precision agriculture technologies : A systematic review*». *International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems*, 10(1), 40-56. Scopus. <https://doi.org/10.4018/IJAEIS.2019010103>
- [18] LAMBERT, D. M., PAUDEL, K. P., & LARSON, J. A. (2015). «*Bundled adoption of precision agriculture technologies by cotton producers*». *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 40(2), 325-345. Scopus.



- [19] MENGISTU, F., & ASSEFA, E. (2019). «Farmers' decision to adopt watershed management practices in Gibe basin, south west Ethiopia». *International Soil and Water Conservation Research*, 7(4), 376-387. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.08.006>
- [20] MILLER, N. J., GRIFFIN, T. W., CIAMPITTI, I. A., & SHARDA, A. (2019). «Farm adoption of embodied knowledge and information intensive precision agriculture technology bundles». *Precision Agriculture*, 20(2), 348-361. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11119-018-9611-4>
- [21] NG'ANG'A, S. K., JALANG'O, D. A., & GIRVETZ, E. H. (2020). «Adoption of technologies that enhance soil carbon sequestration in East Africa. What influence farmers' decision? », *International Soil and Water Conservation Research*, 8(1), 90-101. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.11.001>
- [22] REICHARDT, M., & JÜRGENS, C. (2009). «Adoption and future perspective of precision farming in Germany: Results of several surveys among different agricultural target groups». *Precision Agriculture*, 10(1), 73-94. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11119-008-9101-1>
- [23] SÉOGO, W., & ZAHONOGO, P. (2019). «Land tenure system innovation and agricultural technology adoption in Burkina Faso : Comparing empirical evidence to the worsening situation of both rural people vulnerability and vulnerable groups' access to land». *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 11(7), 833-842. Scopus. <https://doi.org/10.1080/20421338.2019.1587257>