



HAL
open science

Dispositifs numériques en productions végétales. Quelles manières d'habiter un territoire ?

Aurelie Javelle, Frédéric Garcia

► To cite this version:

Aurelie Javelle, Frédéric Garcia. Dispositifs numériques en productions végétales. Quelles manières d'habiter un territoire?. *Systèmes alimentaires / Food Systems*, 2024, 9, pp.227-247. 10.48611/isbn.978-2-406-17650-3.p.0227 . hal-04807421

HAL Id: hal-04807421

<https://hal.science/hal-04807421v1>

Submitted on 3 Dec 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Dispositifs numériques en productions végétales : quelles manières d'habiter un territoire ?

Digital devices in plant production: what ways to inhabit a territory?

Aurélie Javelle & Frederic Garcia

Résumé : Un travail ethnologique a permis d'interroger des agriculteurs en productions végétales dans leurs usages de dispositifs numériques qui ont la particularité d'être en contact avec les plantes, soit en captant des informations (dendromètres, sondes capacitives...), soit en leur en diffusant (boîtiers son). Les résultats montrent des dispositifs qui peinent à permettre aux agriculteurs d'habiter le territoire au sens de Tim Ingold, faute de leur apporter des données holistes et sensibles, ou bien en imposant aux plantes des objectifs anthropiques.

Mots-clés : capteurs numériques, boîtiers son, altérités végétales, modes d'habiter

Summary: Ethnological work made it possible to question farmers in plant production in their uses of digital devices which have the particularity of being in contact with the plants either by capturing information (dendrometers, capacitive probes, etc.) or by sending it to them (sound boxes). The results show systems that struggle to allow farmers to live in the territory in the sense of Tim Ingold, for lack of providing them holistic and sensitive data, or by imposing anthropic objectives on plants.

Keywords: digital sensors, sound sequences, plant alterities, dwelling perspective

Dans un contexte de digitalisation et de numérisation visant à répondre aux objectifs de durabilité de l'agriculture (Bellon-Maurel et *al.*, 2018), nous nous intéressons à l'utilisation de dispositifs numériques en productions végétales. Nous souhaitons interroger les modes de transfert d'informations entre humains et végétaux par le biais de ces outils, et la façon dont cela configure leurs relations. Il s'agit de comprendre les nouvelles formes de distribution du traitement de l'information entre humains et machines (Richardson et Bissel, 2019 ; Ingram et Mayé, 2020), voire la déqualification de l'agriculteur au profit de la machine et de ses algorithmes qui, même s'ils répondent aux demandes des professionnels, restent maîtrisés seulement par les concepteurs (Brooks, 2021 ; Ingram et *al.*, 2022). La digitalisation peut être envisagée comme une possibilité d'enrichissement des connaissances sur le milieu, mais aussi comme un risque d'enfermement des agriculteurs dans des postures qui les amènent à perdre des capacités de prise de décision situées, complexes et incarnées (Brooks, 2021). Il est donc important de comprendre sur quelles bases s'appuient les décisions des agriculteurs.

1. Des outils numériques pour tisser des lignes

Les études sur les types de dispositifs numériques destinés à comprendre la physiologie des plantes et leurs interactions avec l'environnement sont extrêmement nombreuses (voir une review dans Banerji, 2023). Afin de poursuivre les travaux s'intéressant aux plantes et aux manières de les appréhender, un travail ethnologique a permis d'interroger des agriculteurs en productions végétales dans leurs usages de dispositifs numériques qui ont la particularité d'être en contact avec les plantes de deux façons : soit en captant des informations (dendromètres, sondes capacitives...) soit en leur en diffusant (boîtiers son¹), comme nous le détaillerons plus loin. Les dispositifs sont donc analysés en tant qu'interfaces entre les humains et les plantes, en ce qu'ils influencent ou non leurs relations, et ce quels que soient leurs objectifs. Nous portons notre attention sur la façon dont les outils qui traduisent des données capturées sur les plantes ou leur milieu proche, ou qui leur envoient des informations, donnent à voir certains éléments du système tandis qu'ils en rejettent d'autres dans l'ombre. Ces dispositifs, étant « pétris de biais humains [...] concernant tant la définition du modèle [que] la sélection des données choisies » (Pellegrini, 2018, p. 56) interfèrent ainsi dans les interrelations entre agriculteurs et plantes. Il s'agit d'explorer la gouvernance des relations induites par ces dispositifs.

Nous réfléchissons à ces interrelations en nous appuyant sur les manières dont les humains tracent de façon métaphorique des lignes dans le monde, selon l'analyse de Tim Ingold (2011), c'est-à-dire la façon dont se font les relations entre les différents éléments du monde. Les tracés des lignes peuvent se faire en pointillés, ce qui correspond à une fragmentation du monde, en concentrant son attention sur les « points d'intérêt » (*ibid.*, p.110) reliés entre eux sans considérer les autres éléments, passant d'un point à un autre selon des lignes « droites » prédéfinies, qui permettent de rejoindre sans détour des « destinations » fixées à l'avance. A l'inverse, des lignes peuvent être tracées selon le mode de la promenade, selon un mouvement « en phase [...] avec les mouvements d'autres phénomènes du monde habité » (*ibid.*, p. 134), sans préjuger de ce qui est important ou de ce qui doit être ignoré. Les différents types de lignes s'échelonnent, toujours selon Ingold, entre appropriation de l'espace – la collecte uniquement de certaines données de manière pré-établie sans tenir compte du reste du territoire représente une manière de se l'approprier – ou habitation, c'est-à-dire création d'interrelations avec les multiples entités de ce territoire. Les données collectées selon les manières de s'accaparer le milieu ou de l'habiter influent les prises de décision de par le contenu mobilisé. L'identité même

¹ En ce qui concerne les boîtiers son, nous faisons le choix de parler de dispositifs numériques, car le signal qui est envoyé, les protéodides, est généré par une formule, un algorithme, et est stockée puis manipulé sous forme numérique. Ce n'est pas la matérialité de l'information captée ou émise qui fait que le dispositif est ou pas numérique, mais plutôt le fait qu'il y a, à un moment dans la chaîne d'information, une « transduction » entre un signal mécanique, chimique, électrique, etc. et un signal numérique.

des humains peut se trouver influencée par les différents tracés de lignes au fil des entrelacements existants ou pas, prévus ou imprévus avec les éléments du milieu (*ibid.*, p. 128). Il ne s'agit pas d'envisager ces deux perspectives sous l'angle d'une opposition binaire, mais plutôt d'explorer les diverses variations des attachements et assemblages.

Lorsque cette grille de lecture est appliquée à l'usage de dispositifs numériques dans les rapports productifs aux plantes, cela signifie que les lignes peuvent représenter les entrelacs plus ou moins étroits tissés entre les trois pôles de relations (humains, plantes, dispositifs numériques), donnant à connaître le territoire². Les lignes représentent alors les flux d'informations captées ou émises à destination des plantes et symbolisent des façons de se comporter entre humains et plantes médiées par les dispositifs émetteurs ou capteurs : elles peuvent traverser le territoire en permettant une appropriation prédéterminée et ne donnant pas à voir les autres éléments du milieu, jusqu'à représenter un moyen de découvrir de manière imprévue les plantes ou le sol. Nous analyserons ces différents types de tracés en nous appuyant sur les configurations techniques des dispositifs numériques, comme leur mise à l'épreuve au fil des usages des agriculteurs. Plus spécifiquement, par exemple, le fait que les capteurs mesurent certaines caractéristiques du sol à des profondeurs spécifiques, laissant dans l'ombre d'autres données considérées comme d'intérêt moindre, impose-t-il un rapport fragmenté à ces éléments ou bien les révèle-t-il, par exemple en donnant à « voir » au sein du sol ou des plantes des éléments et des processus auxquels les agriculteurs n'auraient peut-être jamais eu accès sans les outils ? Dans quelle mesure ce fonctionnement influence leur prise de décision ? En ce qui concerne les dispositifs émetteurs, leur configuration permettrait de cibler l'intimité biochimique des plantes, selon les besoins des agriculteurs. Alors que le « script » (Akrich, 1987, p.208), c'est-à-dire les utilisations envisagées par le concepteur, prévoit une relation ciblée et sans détour avec la plante, nous interrogeons sa mise à l'épreuve par les usages qu'en ont les agriculteurs qui pourrait soulever des zones d'ombre en amenant des questionnements sur la sensibilité végétale, faisant écho aux multiples travaux sur le sujet³.

2. Le terrain

Nous proposons d'analyser les résultats du terrain ethnologique mené en 2018 par une stagiaire de M2 (Santos Silva, 2018) co-encadrée par un chercheur en intelligence artificielle et une ethnologue. Le travail de terrain a été mené par des entretiens semi-directifs complétés d'observation participante (Olivier de Sardan, 1995). Cette méthode permet de collecter finement des données discursives tout comme des observations de pratiques sur les manières dont les agriculteurs s'emparent des différents dispositifs. Des agriculteurs ont été identifiés grâce à des contacts donnés par des entreprises fournisseurs de capteurs numériques et des boîtiers son. Ils ont été choisis en zone Méditerranéenne et en productions végétales de façon à garder une cohérence entre eux d'un point de vue climatique mais aussi en terme de systèmes productifs en proximité avec les plantes. Nous souhaitons avoir un panel représentatif des productions végétales (viticulture, arboriculture et maraîchage) et, ce, en agriculture biologique et conventionnelle. Le bouche à oreille a permis de compléter l'échantillon avec des agriculteurs n'utilisant pas ou plus de dispositifs numériques, donnant ainsi la possibilité d'échanger avec des producteurs offrant un regard distancié sur ces dispositifs. Au final, 12 agriculteurs ont été rencontrés en région Occitanie et PACA (voir Annexe 1) : 6 en maraîchage, 1 en viticulture, 4 en arboriculture et 1 en herbes aromatiques. Trois agriculteurs ont le label

² C'est le territoire qui est en jeu ici car, par exemple, des agriculteurs peuvent utiliser une station météorologique installée ailleurs que sur leurs terres. Cela pose d'ailleurs la question de la pertinence des données collectées.

³ Voir, parmi de nombreux exemples, Trewavas, 2014, Mancuso et Viola, 2015, Debono, 2020, Hibernaux, 2020.

Agriculture Biologique et/ou Nature & Progrès, les autres sont en agriculture conventionnelle. Ils ont entre 5.000 m² (maraîchage) et 100 ha (arboriculture) cultivés.

En ce qui concerne les dispositifs numériques, comme nous l'avons mentionné plus haut, ceux-ci étaient de deux sortes. Six dispositifs étaient installés en contact direct avec les plantes (dendromètres qui mesurent les micro-variations du diamètre du tronc informant sur la croissance de la plante et son état hydrique) ou à proximité d'elles : sondes capacitatives qui mesurent l'humidité du sol ; tensiomètres qui mesurent la force que la racine doit déployer pour extraire l'eau du sol ; station agro-climatiques afin de fournir un suivi des risques phytosanitaires. Six autres dispositifs, émetteurs cette fois, consistaient en des boîtiers émetteurs de sons et commercialisés par l'entreprise Genodics. Deux agriculteurs ont à la fois des dispositifs émetteurs et capteurs, ce qui permettait d'explorer les spécificités des dispositifs. Trois agriculteurs ont été enquêtés car n'ayant aucun dispositif, soit qu'ils n'en aient jamais eu, soit qu'ils les aient abandonnés⁴. La quantité d'appareils par surface est variable et relève des choix des agriculteurs qui peuvent être motivés par le coût des appareils, le nombre de variétés cultivées ou le type de sols.

Nous présentons tout d'abord les réactions des agriculteurs dans leurs usages des dispositifs capteurs d'informations, puis des dispositifs émetteurs de son. Nous analyserons les formes que prennent les lignes tissées entre les agriculteurs, les dispositifs numériques et les plantes. Aucune classification des agriculteurs n'est ressortie des résultats collectés. Il semblerait donc que les tissages portent une forte dimension personnelle, comme certains témoignages mentionnés plus loin le montrent.

3. Des dispositifs capteurs générateurs de zones d'ombre

3.1 Un manque d'approche globale et sensible

Les agriculteurs qui sont équipés ou ont été équipés de capteurs souhaitent « être dans une gestion de l'eau moins empirique, domaine où ils trouvent qu'ils étaient « souvent dans l'excès ». (M.L). Les capteurs dont nous avons observé l'usage permettent :

- d'économiser de l'eau et/ou des intrants : « C'est pour arriver à l'arrosage précis, économiser de l'eau et bien sûr de l'engrais, parce que tous les arrosages sont fertilisés. » (M.I)

- d'avoir un suivi sur un temps long : « On a les courbes en direct en temps réel, ça enregistre, c'est pas une mesure sur le moment. » (M.C)

- d'obtenir des informations là où l'agriculteur ne peut pas accéder : « On gratte sur 10cm on regarde si on a un sol humide et s'il change de couleur ça veut dire qu'il y a de l'humidité. Mais voilà après c'est très subjectif on n'est pas dans le pilotage précis là. Alors que si on lit le tensiomètre ou le dendromètre, c'est plus précis. » (M.F)

M.A, qui a eu des tensiomètres les 3 premières années de son activité, estime que les capteurs ont été utiles au début : « Je dirais que ça m'a bien aidé au départ, à comprendre notamment la notion du sol, en eau notamment [...] ça permet de comparer ses pratiques et d'ajuster [...] c'est bien au départ, quelque part ce serait bien que les agriculteurs l'aient un petit moment, histoire de se caler [...]. »

De manière générale, M.C résume que ces équipements sont « un confort et c'est un gain de temps. Avec moins on arrive à faire plus en fait. » Les exploitants sont d'accord sur l'aide à la décision que ces outils leur apportent. Les dispositifs complètent les observations de terrain

⁴ Les raisons qui les ont fait abandonner les tensiomètres sont diverses : évolution vers d'autres capteurs, changement vers un modèle agricole plus diversifié, manque de temps pour aller relever les résultats (en ce qui concerne les modèles les plus anciens).

comme le fait remarquer un technicien responsable phytosanitaire à propos de la précision des données collectées par les sondes capacitives : « quand ça commence à décrocher, on se dit celle-là elle a une tête bizarre, là on se replonge plus précisément dans les courbes on regarde, on va plus dans le détail. » (Exploitation E). Les avantages sont donc économiques et environnementaux, car les systèmes sont rendus plus performants aux postes monitorés par les capteurs.

Les avantages sont aussi organisationnels, car les dispositifs permettent aux agriculteurs de dégager du temps et d'améliorer leurs conditions de travail. Ceux qui ont une station d'irrigation programmable ont une plus grande mobilité, la possibilité de partir en week-end et contrôler à distance que tout fonctionne bien. Les capteurs intègrent ainsi pleinement les collectifs hybrides que sont les exploitations, composés notamment d'humains, d'éléments naturels et de dispositifs numériques. Ils donnent aux agriculteurs accès à des informations sur les plantes ou les sols qu'ils n'ont pas par leur fréquentation des lieux. Ils croisent les données de l'exploitation avec celles d'autres lieux en fonctionnant en réseaux. Les outils semblent faire devenir les agriculteurs des humains « augmentés » (Gori, 2018).

Néanmoins, malgré leur efficacité, les observations montrent que les divers capteurs ne répondent pas à toutes les exigences des professionnels. Ces appareils ne remplacent pas une présence et une surveillance humaine, nécessaire en cas de problème technique toujours envisageable, que ce soit en cas de panne des capteurs ou des limites de l'automatisation. Par exemple, dans le cas de l'arrosage, les agriculteurs veulent pouvoir décider quand et comment déclencher l'irrigation, garder leur pouvoir de décision. Deux agriculteurs interrogés estiment qu'ils pourront réfléchir à un système automatisé seulement le jour où l'intelligence artificielle se développera.

Il faut également souligner que des capteurs comme les tensiomètres ou les sondes capacitives donnent des mesures physiques décrivant l'état hydrique du sol, mais ne donnent pas d'informations sur les besoins de la plante au même moment. De leur côté, les dendromètres mesurent les variations au cours du temps des diamètres de tiges. Savoir analyser ces courbes pour en tirer une information sur l'état hydrique de la plante n'est pas direct, et nécessite une certaine expertise.

Par ailleurs, les dispositifs collectent des données précises mais ponctuelles qui, par exemple, ne permettent pas de tenir compte de l'hétérogénéité spatiale des exploitations, à moins d'un investissement économique intenable : « C'est un indicateur de sol hétérogène ; il va vous donner une indication à cet endroit-là qui sera pas forcément la même à un autre endroit, 50 ou 60 cm plus loin. (M.E) ; Faut que je sache pour chaque culture. En plus le sol est différent aux différents endroits de la parcelle, des fois c'est plus argileux, des fois ça draine plus parce qu'il y a plus de cailloux ou l'inverse, et surtout, j'ai des cultures différentes. C'est pas comme si j'avais 1 hectare de courgettes où j'ai une sonde et je vois à peu près. Ici, j'ai des courgettes, des tomates, là j'ai des oignons. Chaque plante a des besoins différents. C'est là du coup où ça nécessiterait autant de sondes qu'il y a de légumes en culture. (M.G). »

La diversité des sols dans leur profondeur n'est pas valorisée non plus comme le fait remarquer M.L pour qui les mesures des sondes restent approximatives puisqu'elles ne retranscrivent l'information qu'à une strate du système racinaire : « Nous on mesure jusqu'à 60, mais on trouve des racines jusqu'en bas. » En se focalisant sur une seule partie du sol ou des racines, les principes de captation des sondes ou des tensiomètres ciblent un spectre de données spécifiques et orientent l'attention. Ils ne donnent pas corps à l'état de l'ensemble des processus souterrains qui participent à la circulation de l'eau. Ils ne donnent pas à voir les interrelations entre l'agroécosystème et la plante qui pourraient être mobilisées pour participer à sa gestion du stress hydrique.

Ces dimensions lacunaires des capteurs doivent être compensées par divers éléments pour que les données participent à la prise de décision. Par exemple, sur l'exploitation E, tandis que le technicien fait confiance aux sondes, le chef de culture préfère se fier à ses visites de terrain : « Non, moi je regarde pas. [...] Des fois je passe et je me dis « tiens je trouve que cette parcelle a soif. » M.H, quant à lui, estime ne pas avoir besoin de capteurs. Il souligne son fort intérêt dans la prise en compte de la vie du sol et des processus écologiques, selon les principes de l'écologisation des pratiques qui demande de valoriser les processus naturels (Gliessman et al., 1998). Pour respecter cela, M.H estime que les capteurs ne lui donneraient pas d'informations pertinentes sur le sujet : « On voit surtout de la coopération et de la collaboration en fait entre les plantes. [...] Et est-ce que on a besoin de comprendre exactement comment ça fonctionne ? Je pense que c'est pas nécessaire. » Les agriculteurs font également remarquer que les capteurs n'apportent aucune information capable de rivaliser avec l'approche sensorielle qu'ils ont de leur système de production. La majorité des agriculteurs témoignent mobiliser leurs sens au quotidien, principalement pour évaluer l'humidité du sol. La vue et le toucher sont principalement sollicités : « Je regarde là où on a les raies, on a un paillage dessus, je regarde sous le paillage l'humidité, puis après c'est à l'œil, avec la main puis en regardant les plantes. » (M.J). Même si les capteurs leur donnent cette information sur l'état hydrique du sol, tous grattent le sol ou utilisent leur tarière pour vérifier, ou du moins compléter l'information. Par exemple, M.C l'utilise tous les matins : « Je regarde ma tarière et je regarde les courbes et ensuite je rentre dans mon programmeur toutes les durées, le temps d'eau. » Il accentue l'importance du toucher : « C'est physique, ça trahit pas. » Ils expriment ainsi une méfiance envers l'efficacité technique des machines, toujours susceptibles de les trahir, à la différence de leurs sens.

Leur sensibilité est également mobilisée lorsqu'ils captent une atmosphère, arpentent les cultures pour percevoir leur état. M.E distingue l'outil numérique qui donne une mesure précise d'un point donné, et la « concentration » qu'il a lors du passage dans les cultures qui permet de développer « l'œil de l'expérience », une approche sensible des cultures, mobilisant toute la sensorialité mais aussi l'expérience située des agriculteurs. Nos observations permettent de constater que c'est l'agriculteur qui porte cette dimension englobante puisque c'est lui qui doit mettre en musique l'ensemble des données collectées : « Je mets tout en relation : ma terre, le stade de la plante, la météo à venir, ... » (M.C). Les agriculteurs ont besoin d'arpenter les cultures, ressentir une ambiance, explorer sur le terrain l'intuition d'un problème, laissant pleinement s'exprimer leur attention flottante, qui décèle ce qui sort de l'habitude (Salmona, 1994). Grâce à cela, ils canalisent l'entremêlement des informations reçues du système, dans toute leur subjectivité reflétant un vécu des lieux. Ils revendiquent l'utilisation de connaissances incorporées, élaborées dans les interactions avec le terrain, qui leur permettent un suivi fin des lieux (Richardson et Bissel, 2019 ; Ingram et Mayé, 2020). L'approche leur permettrait de tenter de percevoir l'entremêlement des informations laissées dans l'ombre par les machines, faute de pouvoir les capter. La digitalisation de la plante ou de son environnement proche ne remplace pas, selon eux, une approche subtile, mais vient seulement la compléter, à discrétion de l'exploitant d'utiliser ou pas les données numériques. Cela reste un choix personnel comme nous avons pu le constater sur l'exploitation E où chacun des 2 salariés a sa préférence entre ressentis physiques sur le terrain et données numériques.

3.2 Des tissages de ligne... en apparence

Le fait qu'ils reçoivent toutes ces informations sur un ordinateur ou bien leur téléphone fait écho à la tendance évolutionniste analysée par Madeleine Akrich où la technique est une « excorporation progressive » (1994, p.7) permettant de redéfinir les compétences humaines. Les outils deviennent comme une prolongation des corps (Leroi-Gourhan, 1964 ; Kleinpeter, 2019), mais aussi de la vigilance des agriculteurs, pouvant leur donner l'impression d'être en

contact avec l'entièreté de la surface couverte par les dispositifs. Si on retrouve là une extension classique du corps par identification à l'ensemble du système de production conduit par l'agriculteur, il y a des spécificités à cette excorporation que permet le numérique, en particulier en terme d'impact sur les pratiques. Par exemple, les capteurs permettent une distribution des compétences sur la ferme (Richardson et Bissel, 2019 ; Ingram et Mayé, 2020). Par la surveillance qu'ils font, ils permettent aux agriculteurs de se reposer sur eux pour prévenir de conditions météorologiques dont ils doivent se préoccuper. Ils démultiplient la capacité humaine à appréhender la ferme, voire le territoire. Ils permettent également d'identifier les besoins exacts en eau. Les capteurs semblent permettre un ajustement au plus près en ouvrant à des dimensions non atteignables par les agriculteurs : des informations dans le sol, à divers endroits de l'exploitation simultanément, et ce en permanence. Cela nous amène à faire le parallèle avec l'analyse des affordances de James Gibson par Ingold (2013), par laquelle ce dernier montre comment la découverte des éléments du milieu et les interactions à envisager avec eux se font grâce à la mise en lumière de leurs caractéristiques et donc des opportunités d'action que cela offre, semblant ainsi démultiplier les liens au milieu. Les capteurs donnent des informations sur les propriétés, les caractéristiques du sol ou de la plante, qui étaient inconnues ou mal maîtrisées à ce niveau de précision jusqu'alors. La traduction de ces caractéristiques permet aux agriculteurs de choisir comment agir, d'ajuster leurs pratiques et leurs interventions. Les capteurs offrent donc des moyens de perceptions des plantes et du sol et, de fait, d'action sur eux.

Néanmoins, cette mise en lumière de données pêche dans l'ambition de tisser des lignes et, alors, d'habiter le territoire. Les lignes tissées sont morcelées, en pointillés par les zones d'ombre que les capteurs génèrent. Les zones occultées fragmentent les lignes qui parcourent le territoire selon une logique « d'assemblage » et le traversent uniquement dans le but de transporter de l'information ponctuelle. Les informations sont contraintes et orientées par les choix portés par les algorithmes (ou plus précisément par les concepteurs de ces algorithmes), en occultant des caractéristiques végétales, du sol ou du milieu, les dispositifs laissant dans l'ombre ce qu'ils ne peuvent capter ou ce qu'ils ne savent pas mesurer. Comme le soulignent les agriculteurs, la mise en données de caractéristiques du sol ou de réactions des plantes à certains endroits, en une certaine profondeur, ne rend pas compte de la multitude d'endroits qui devraient aussi être mesurés. Les données collectées ne permettent pas non plus de rendre compte de la complexité existante grâce aux interactions, aux entremêlements dynamiques et permanents qui échappent à des dispositifs qui traduisent le monde en langage informatique qui efface ce qu'il ne peut mesurer, que ce soit dans l'espaces (les capteurs ne peuvent tout mesurer) ou dans la forme de la donnée (un nombre ou un vecteur de nombres, en différents instants ponctuels). Les données sont circonscrites à un segment d'un objet, lui-même coupé de la complexité des interactions avec son milieu. Il semble alors que cette réduction de la réalité proposée par la mesure soit, pour certains agriculteurs, un frein à la prise de décision, qui peut nécessiter une masse d'autres informations non disponibles via ces capteurs.

Pour compenser cette lacune, les agriculteurs qui regrettent cette approche trop fragmentée parmi ceux en arboriculture et en maraîchage en pleine terre utilisent leur système sensoriel pour appréhender le milieu dans sa globalité. Ils continuent à faire confiance à une approche incorporée qui façonne les liens au milieu sur d'autres données plus riches et inter-relies que celles fournies par les capteurs qui se restreignent à donner des informations partielles. Pour échapper au contrôle que pourraient avoir les algorithmes sur les relations qu'ils entretiennent avec les plantes et les sols, les agriculteurs compensent volontairement les zones d'ombre créées par les dispositifs numériques par une approche directe, sensorielle de leurs parcelles de façon à prendre en compte le système dans sa dimension holiste et complexe.

Explorons à présent l'utilisation de dispositifs numériques qui, à l'inverse des capteurs, émettent des informations en direction des plantes.

4. Les boîtiers sons : des dispositifs émetteurs ambivalents

4.1 Des dispositifs émetteurs pour atteindre les plantes

Les dispositifs émetteurs considérés ici sont des appareils d'émission sonore contenant un lecteur de pistes audio, des hauts parleurs et permettant de diffuser des séquences sonores, les protéodies⁵, à des heures programmées au quotidien. Ce principe d'action revendiqué par le constructeur des boîtiers n'est pas vraiment reconnu par le monde de la recherche académique, et le phénomène de perception sonore chez les plantes commence à être étudié au sein de la communauté scientifique (Mishra et al., 2016 ; Garcia et al. 2023 ; Hadj-Amor, 2024), alors que plusieurs résultats de recherche semblent attester de l'impact positif des ondes sonores sur la croissance et la défense des végétaux (Hassanien et al., 2014). Le dispositif intéresse néanmoins certains agriculteurs en recherche de solution à leurs problèmes de prévention des maladies, et c'est le cas en particulier des agriculteurs enquêtés au cours de l'étude, qui utilisent des boîtiers son. Tous comme dans le cas des capteurs décrits précédemment dont les algorithmes échappent aux agriculteurs, les fonctionnements des boîtiers son échappent aux agriculteurs. Ils ne maîtrisent pas les détails ni de la création des protéodies ni du fonctionnement de celles-ci sur les plantes. Néanmoins, tous se rejoignent à dire qu'ils observent des résultats grâce à l'appareil, sauf M.I qui en est à sa première année d'essai. Pour la moitié d'entre eux l'utilisation de l'appareil leur permet de s'abstenir de traitements ou d'en réduire considérablement la quantité. Lorsque l'appareil s'éteint, les agriculteurs soulignent que des pics du virus ou de la maladie ciblée réapparaissent.

Les boîtiers sonores sont censés amplifier les impacts que peuvent avoir les agriculteurs sur les plantes puisqu'ils se font traducteurs entre les objectifs humains et la réceptivité des plantes. La méthode utilisée s'appuie sur le son qui est fréquemment perçu comme un phénomène d'une certaine innocuité : « cela ne peut pas faire de mal » lorsqu'il est diffusé aux plantes (Christoffel, 2018). En outre, les concepteurs de l'outil soulignent que la traduction se fait de manière douce, c'est-à-dire sans intervention chimique, puisqu'il s'agirait de l'optimisation du fonctionnement naturel des chaînes protéiques. Cela amène des agriculteurs à dire qu'ils « naturalisent » leur intervention. Par ailleurs, le processus est revendiqué être fait dans « le respect du sujet⁶ » ce qui, là aussi, donne un aspect naturel à l'intervention qui n'est pas perçue comme perturbateur pour la plante. L'action du boîtier devient reproduction de ce que la nature fait déjà d'elle-même : « On les pousse pas. Dans mon optique, c'est pas de les pousser, on les protège. » (M.B).

Les résultats observés sur les plantes, particulièrement dans la lutte contre les bio-agresseurs, amènent les agriculteurs à constater empiriquement l'efficacité du dispositif, dont le principe commence à peine aujourd'hui à être exploré expérimentalement en laboratoire (Prévost et al., 2020). Ils s'interrogent alors sur les processus à l'œuvre et les caractéristiques des plantes qui leur permettent « d'entendre » les sons et d'y être réceptives. M.J ne peut que constater que le dispositif a un impact sur la santé de ses tomates en stimulant leurs défenses naturelles contre un champignon : « Je sais pas comment elle le reçoit mais je pense qu'il y a

⁵ L'initiateur de la méthode, le physicien Joël Sternheimer, considérait que pour toute protéine, constituée d'une séquence de quelques dizaines à plusieurs milliers d'acides aminés, il est possible d'associer une séquence de notes de musique, une mélodie, appelée protéodie (**protéine mélodie**) (<https://genodics.com> consulté le 26 octobre 2020). Plus précisément, les écarts de notes correspondraient, par changement d'échelle, aux modifications de fréquences de vibration de la protéine en construction suite à l'accrochage de chaque nouvel acide aminé. Le terme est étendu aux « stimulations acoustiques » destinées à stimuler ou d'inhiber la synthèse des protéines ciblées (Prévost et al., 2020).

⁶ <https://genodics.com/genodique.php> consulté le 26 octobre 2020.

forcément une incidence. Parce que depuis qu'on les a mis en place on a eu un peu toutes les conditions et chaque année on avait quand même moins de problématiques par rapport au botrytis. »

Les boitiers son, par les réactions qu'ils engendrent chez les plantes, semblent révéler leur sensibilité pour les plus dubitatifs, tandis que pour d'autres producteurs, les résultats confirment des perceptions qu'ils avaient déjà des plantes comme êtres sensibles, ce qui les amènent d'ailleurs à travailler d'une certaine façon. A ce propos, Mme A assure que : « T'as une manière de toucher la plante, je pense que la plante elle le sent. C'est ce que je dis aux stagiaires : tous les nerfs, ils doivent les garder dans leur dos et les mains elles doivent être tout doux sur les plantes, et ça prend. »

Elle précise que cela va au-delà d'un strict savoir-faire technique, mais qu'il y a « quelque chose » en plus chez la plante qui fait qu'elle réagit différemment selon la personne qui la manipule. Même si la technique de repiquage est bonne, le résultat ne l'est pas toujours. Elle explique cela du fait d'une moindre sensibilité de l'individu aux plantes, voire même un état émotionnel défavorable : « Des fois avec [sa compagne] on est énervés je sais pas, on s'engueule et on repique mais on se dit on devrait pas planter dans ces conditions-là. Parce qu'on pense, on est convaincus qu'on communique aux plantes. [...] t'as une manière "de toucher la plante" quand tu le fais je pense que la plante elle le sent. »

Le processus permet de rendre visible ce qu'ils croyaient, sans oser le verbaliser de peur d'être ridiculisés : « Je crois que si les plantes sentent qu'on s'occupe bien d'elles elles le rendent. [...] Mon père vous dira qu'il parle à ses vignes. Ça m'arrive aussi d'ailleurs. Mais ça c'est un peu spécial. Faut pas trop le marquer, sinon on va finir à l'asile. » (M.D) ; « Oui mais pas les agriculteurs c'est [parler aux plantes] interdit ça se fait pas. » (Mme A).

4.2 Un espace végétal... occupé

Les émetteurs tissent des lignes directes entre la volonté humaine et certaines fonctionnalités des plantes et occultent les éventuels processus à l'œuvre à l'échelle de l'écosystème plante/milieu. Ceux-ci ne sont pas mentionnés ni par les concepteurs ni par les agriculteurs, le processus valorisé se situant à l'échelle des acides aminés et des protéines. L'impossibilité des plantes d'échapper au son induit une forme d'accaparement des végétaux qui ne peuvent échapper à l'intention humaine.

Néanmoins, l'utilisation du dispositif soulève des dimensions inconnues qui peuvent transformer l'inscription des lignes dans le territoire : ils peuvent ouvrir chez les agriculteurs des perspectives inattendues sur l'agentivité des plantes et, paradoxalement, mettre en lumière des possibilités d'inter-relations dynamiques avec elles, qui s'appuient sur de nouvelles considérations des plantes. En effet, ces dispositifs font écho aux travaux mentionnés plus haut sur le traitement des informations que font les plantes. Dans notre cas, du point de vue de leurs concepteurs et de leurs utilisateurs, les dispositifs émetteurs de son semblent interagir avec les plantes selon une dimension informationnelle, et non pas physico-chimique comme pour les autres traitements agricoles. A l'heure actuelle, l'avancée des connaissances ne permet pas de conclure quant au traitement de ce genre d'information par la plante. La composante physique du processus de perception sonore semble indéniable, et le rôle des stress mécaniques dans la réponse de la plante est à rapprocher de ce qui se passe dans d'autres processus de défense de la plante (Léger et al., 2022). Mais au-delà de cela, certaines réponses spécifiques des plantes à des stimuli sonores complexes, tels les sons de mastication d'une chenille (Appel & Cocroft, 2014) ou le bruit d'une source d'eau (Gagliano et al., 2017) peuvent laisser imaginer un traitement informationnel riche à l'échelle de la plante, qui reste à mettre en évidence, et qui serait le support des réactions de la plante vue comme un agent cognitif capable de décisions

comportementales. Quelle que soit la solution envisagée, les boîtiers sons peuvent rendre visible les végétaux comme nouveaux acteurs dans le territoire et amener à découvrir leur agentivité.

Néanmoins, en envoyant un son aux plantes, ces dispositifs sont directement contraignants envers elles qui ne peuvent a priori se soustraire à cette information. Si le son se fait ici signal porteur d'une information (les protéodies), il est aussi source d'une stimulation mécanique. Si le son agit effectivement sur les plantes, il les assujettit à des actions dictées par des choix anthropiques, selon un objectif uniforme et imposé visant à stimuler la vitalité végétale et sa capacité à se défendre. Ces boîtiers incarnent d'autant plus l'autorité humaine qu'elle se fait traduction efficiente. Le procédé ne relève alors pas de l'habitation mais plutôt d'un processus d'occupation : les boîtiers permettent une appropriation des comportements végétaux, en uniformisant leurs réactions à un même son. Les dispositifs émetteurs sont supposés faire réagir les plantes selon le même objectif, créant ainsi un lien de synchronisation entre elles au rythme du son. Contrairement au vent, qui varie çà et là d'une plante à l'autre, le son émis par les boîtiers est supposé le même partout, avec la même séquence sonore (la protéodie) perçue par tous les individus et censé induire le même effet. Les boîtiers verrouillent un mode de relation depuis les agriculteurs vers les plantes. Si les agriculteurs souhaitent entretenir d'autres formes de relations plus partenariales selon le mode de l'habitation, ils doivent trouver d'autres moyens de dialoguer avec les plantes.

On note enfin que ce dispositif qui, comme nous l'avons vu, est envisagé comme « naturel » et « doux », semble se révéler contraignant envers les plantes et créer une zone d'ombre d'ordre éthique sur cet outil et ce qu'il induit comme rapport au territoire. Si l'on considère les plantes comme des entités sensibles, le tissage sous forme d'occupation interroge la posture des agriculteurs : si le son ne « pousse » pas, il envahit néanmoins. L'occupation qui en résulte peut apparaître finalement comme le signe d'une pratique pas si différente que cela des traitements chimiques de l'agriculture moderne. Alors qu'un contrat moral est proposé envers les animaux domestiques (Larrère et Larrère, 1997) et interroge l'engagement que l'humain a envers eux, ne peut-on étendre cet engagement aux plantes à l'aune du « tournant végétal » (Myers, 2015) et sa cohorte de redécouverte de la sensibilité végétale ?

Conclusion

Avec ce travail, nous avons mis l'accent sur le cadre des productions végétales, et des relations humains - plantes, bien moins étudiées que l'élevage et la question des collaborations humain - animal. Mais nous avons aussi souhaité ici étendre cette analyse des relations entre les cultivateurs et les plantes à la prise en compte d'un tiers constitué des dispositifs numériques utilisés sur l'exploitation par les cultivateurs pour interagir avec les plantes avec qui ils travaillent. Nous avons ainsi souhaité apporter un regard neuf sur l'usage de ces dispositifs numériques dans les rapports productifs aux plantes, et sur la manière dont ils permettent aux cultivateurs d'habiter le territoire au sens de Tim Ingold.

Le travail présenté ici cherche à caractériser les consistances des tissages des relations entre humains et plantes, la texture des lignes, leur densité et leurs interruptions induites par deux types de dispositifs numériques. Le travail a montré des situations spécifiques aux deux catégories de dispositifs étudiés. Dans le cas des capteurs, leurs configurations créent des zones d'ombre en mettant l'accent sur certaines données et en ignorant d'autres, ce qui amène certains agriculteurs à prendre de la distance d'avec ces outils lorsqu'ils souhaitent habiter le territoire, c'est-à-dire entretenir des liens avec sa complexité et son entièreté. Les émetteurs, quant à eux, laissent dans l'ombre les éventuels processus écologiques à l'œuvre au profit d'une intervention fonctionnaliste. Paradoxalement, cette imposition de la volonté humaine met en lumière des comportements végétaux qui offrent la possibilité de s'interroger sur la sensibilité

végétale et ouvrent des possibilités d'interactions nouvelles, mais soulève des questions éthiques d'intervention envahissante et contraignante envers une entité que le dispositif pourrait pourtant permettre de (re)découvrir.

Ce travail ouvre des pistes de réflexion afin de mieux comprendre comment se font et se défont les liens entre humains, dispositifs numériques et plantes. Il semblerait, aux vues de ces résultats, que les dispositifs numériques, s'ils veulent participer aux souhaits de certains agriculteurs d'être reliés à un milieu, doivent réussir à mettre en lumière sa complexité et ses multiples dimensions.

Annexe 1 : liste et brèves informations descriptives des agriculteurs rencontrés

Code	Ancienneté exploitation/métier	Type d'agriculture	labels	nombre d'ha	capteurs/émetteurs
A (couple)	Exploitation datant de 2012, avant dans les Cévennes (châtaigne et oignon doux)	herbes aromatiques	AB	1.5 dont 300 m ² de serre	aucun
B	Monoculture de courgette depuis 2000	maraîchage (monoculture de courgette)	conventionnel	8000m ² de chapelle, 4 ha couverts (dont la chapelle) et 5 6 ha de plein champ	7 boitiers genodics depuis 2006 (2 appareils/ha) connectés en Wi-Fi + émetteur LED
C (2 salariés)	chef d'exploitation à son compte depuis 2015	maraîchage (tomate/courgette)	conventionnel	5ha séparés en deux blocs 2ha et 3 ha	boitier genodics, tensiomètres connectés en Wi-Fi depuis un an
D	4 ^e génération sur l'exploitations : a gardé un lien au fil de ses expériences	viticulture	conventionnel	50ha	boitier genodics depuis 2013
E (2 salariés)	CR: exerce son métier depuis 30 ans	arboriculture (pêchers abricotiers, pommiers)	conventionnel	100 ha (60 pêchers, 30 abricotiers, 10 pommiers)	Stations météo, 2 sondes capacitives par parcelle
F	2000	arboriculture (pommiers)	conventionnel	45 ha	Station SAM, dendromètres, tensiomètres (depuis toujours)
G	maraîcher depuis 2016	maraîchage	AB + Nature et progrès	0.9 ha dont 5000m ² cultivés	pas de capteurs
H	2018	maraîchage	AB	4000 m ²	pas de capteurs
I	40 ans de métier	maraîchage (aubergine et poivron)	conventionnel	8 ha dont 4 ha cultivés par lui-même les autres en location (courgette, fraise)	2 tensiomètres wifi (des mesures toutes les 15min) et des tensiomètres bluetooth (mesures toutes les 10min) + boitier genodics depuis 1 an
J	2004	maraîchage (tomates anciennes, aubergines, salades d'hiver)	conventionnel	été 5ha en tout et hiver entre 2.5-3.5ha cultivés	boitier genodics depuis 2014
K	30 ans de métier	arboriculture, pommiers (5 variétés)	conventionnel	22 ha dont 15 ha regroupés	une station SAM depuis 7-8 ans équipée de dendromètre, sondes capacitives, capteur d'humectation
L	21 ans qu'il est exploitant sur cette exploitation / 28 ans qu'il exerce le métier	arboriculture pommiers (4 variétés)	conventionnel	40 ha	4 stations SAM depuis 5 ans: sonde capacitive, dendromètre, taux d'humectation de la feuille + Sondes Watermark tensiomètre depuis 12 ans

Bibliographie

Akrich, M. (1987), « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques et Culture*, N°9, pp.4964.

Akrich, M. (1994), « Comment sortir de la dichotomie technique/société. Présentation des diverses sociologies des techniques », In Latour Bruno et Lemonnier Pierre, *De la préhistoire aux missiles balistiques*, Paris, La Découverte, pp. 105- 131.

Appel, H. M., Cocroft, R. B. (2014), “Plants Respond to Leaf Vibrations Caused by Insect Herbivore Chewing”, *Oecologia*, Vol 175 N°4, pp.1257–1266.

Banerji, S., Hōrak, H., Torop, J., Huynh, T.-P. (2023), “Unravelling the Secrets of Plants: Emerging Wearable Sensors for Plants Signals and Physiology”, *Advanced Sensor Research*.

Bellon Maurel V., Neveu P., Termier A. & Garcia F. (2018), « Le Big Data en agriculture », *Enjeux numériques*, Vol. 2, pp. 77-81

Brooks, S. (2021), “Configuring the Digital Farmer: A Nudge World in the Making?” *Economy and Society*, Vol. 50 N°3, pp.374–396.

Christoffel, D. (2018). *La musique vous veut du bien*, Paris, PUF.

Fielke, S., Taylor, B., Jakku, E. (2020), “Digitalisation of Agricultural Knowledge and Advice Networks: A State-of-the-Art Review”, *Agricultural Systems*, Vol. 180.

Debono, M-W. (2020), *L’intelligence des plantes en question*, Paris, Hermann.

Gagliano, M., Grimonprez, M., Depczynski, M., Renton, M. (2017), “Tuned in: plant roots use sound to locate water”, *Oecologia*, Vol 184 N°1, pp. 151-160.

Garcia, F., Moulia, B. et Barbacci, A. (2023), « Ce que le son fait aux plantes », *Pour La Science*, n°554. Gliessman S R., Engles E. & Krieger R. (1998), *Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture*, Chelsea, CRC Press.

Gori, R. (2018), “The disturbing strangeness of augmented human: Preface”, *Journal International de Bioéthique et d’Éthique des Sciences*, Vol. 29 N°34, pp. 15-30.

Hadj-Amor, K. (2024), *Classification et inférence de réseaux de gènes à partir de séries temporelles très courtes. Application à la modélisation de la mémoire transcriptionnelle végétale associée à des stimulations sonores répétées*, Thèse de l’université Paul Sabatier, Toulouse.

Hassanien, R. H. E., Hou, T. Z., Li, Y. F., Li, B. M. (2014), “Advances in effects of sound waves on Plant”, *Journal of Integrative Agriculture*, Vol. 13 N°2, pp.335–348.

Hiernaux, Q. (2020), *Du comportement végétal à l’intelligence des plantes*, Versailles, Quae.

Ingold, T. (2011), *Une brève histoire des lignes*, Bruxelles, Zones Sensibles

Ingram, J, Maye, D. (2020), “What Are the Implications of Digitalisation for Agricultural Knowledge?”, *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Vol. 4 N°66.

Ingram, J., Maye, D., Bailye, C., Barnes, A., Bear, C., Bell, M., Cutress, D., Davies, L., de Boon, A., Dinnie, E., Gairdner, J., Hafferty, C., Holloway, L., Kindred, D., Kirby, D., Leake, B., Manning, L., Marchant, B., Morse, A., Wilson, L. (2022), “What Are the Priority Research Questions for Digital Agriculture?”, *Land Use Policy*, Vol. 114.

Kleinpeter, É. (2019), *L’humain augmenté*, Paris, CNRS Éditions.

Léger, O., Garcia, F., Khafif, M., Carrere, S., Leblanc-Fournier, N., Duclos, A., Tournat, V., Badel, E., Didelon, M., Le Ru, A., Raffaele, S., Barbacci, A. (2022), “Pathogen-Derived

Mechanical Cues Potentiate the Spatio-Temporal Implementation of Plant Defense”, *BMC Biology*, Vol 20 N°1, 292.

Leroi-Gourhan, A. (1964), *Le geste et la parole*, 2 vol., Paris, Albin Michel.

Mancuso, S., Viola, A. (2015), *Brilliant Green: The Surprising History and Science of Plant Intelligence*, Washington, Island Press.

Myers, N. (2015), “Conversations on Plant Sensing”, *NatureCulture*, N°. 3, pp. 35–66.

Olivier de Sardan, J-P. (1995), « La politique du terrain. Sur la production des données en anthropologie », *Enquête*, N°1, pp.71-109.

Pellegrini, F. (2018), « Intelligence artificielle, mégadonnées et gouvernance », *Revue Lamy Droit de l’immatériel*, N°144, pp.56-59

Prévost V., David K., Ferrandiz P., Gallet O. & Hindi M. (2020), “Diffusions of sound frequencies designed to target dehydrins induce hydric stress tolerance in *Pisum sativum* seedings”, *Heliyon*, Vol. 6 N° 9.

Richardson, L., Bissell, D. (2019). “Geographies of digital skill”, *Geoforum*, Vol. 99, pp.278-86.

Salmona, M. (1994), *Les paysans français : le travail, les métiers, la transmission des savoirs*. Paris, L’Harmattan.

Santos Silva, E. (2018), *Explorer les représentations des plantes cultivées et les modalités d’usage et d’adoption des technologies numériques d’information et communication*, Mémoire M2 EDTS, AgroParisTech

Trewavas, A. (2014), *Plant Behaviour and Intelligence*, Oxford, Oxford University Press.