



HAL
open science

TechnAU -Agricultures Urbaines, de nouveaux défis techniques et sociaux à relever

Guillaume Morel-Chevillet, Stapel Oscar, Théo Galichet, Laura Bessouat

► To cite this version:

Guillaume Morel-Chevillet, Stapel Oscar, Théo Galichet, Laura Bessouat. TechnAU -Agricultures Urbaines, de nouveaux défis techniques et sociaux à relever. Innovations Agronomiques, 2022, 85, pp.347-357. 10.17180/ciag-2022-vol85-art27 . hal-03811140

HAL Id: hal-03811140

<https://hal.inrae.fr/hal-03811140>

Submitted on 11 Oct 2022

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.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

TechnAU - Agricultures Urbaines, de nouveaux défis techniques et sociaux à relever

Morel-Chevillet G.¹, Stapel O.¹, Galichet T.², Bessouat L.¹

¹ ASTREDHOR, institut technique de l'horticulture, 44 rue d'Alésia, F-75682 Paris cedex 14

² INRAE UMR SADAPT - 16, rue Claude Bernard, F-75231 Paris cedex 05

Correspondance : guillaume.morel@astredhor.fr

Résumé

En France et dans le monde, les projets d'agriculture intra-urbaine à fort degré de technicité et d'innovation sont en plein essor. Si certains projets intègrent des systèmes de cultures à la verticale ou en étages, dans des serres ou des conteneurs, d'autres font appel à l'économie circulaire et au recyclage des déchets. Cependant ces initiatives rencontrent des problématiques techniques, sociales et sanitaires auxquelles le projet de recherche TechnAU propose des éléments de réponses. Trois axes de recherche sont développés : (i) sur l'adaptation aux conditions de luminosité limitée en milieu urbain des gammes de plantes adaptées à l'ombre et offrant de bons rendements ont été identifiées ; (ii) concernant les supports de culture et les fertilisants issus de l'économie circulaire, des matériaux issus de la déconstruction du bâti et du recyclage des biodéchets urbains ont montré leur intérêt agronomiques et sanitaires ; et enfin (iii) les analyses ont montré que la qualité gustative des produits issus de l'agriculture urbaine est bonne mais que les perceptions sociales des systèmes hors-sol interrogent toujours..

Mots-clés : agriculture urbaine, éclairage, ombrage, substrat, hydroponie, urine, recyclage, déchets urbains, économie circulaire, perception sociétale, qualité sanitaire

Abstract : Urban agricultures - new technical and social challenges

In France and around the world, urban farming projects are rising and are using a high degree of technicality and innovation. While some of them integrate vertical or multi-storey cultivation systems, in greenhouses or containers, others use the circular economy and waste recycling. However, as these initiatives encounter technical, social and health problems, the TechnAU research project offers some answers. Three research axes have been developed: (i) on the plants adaptation to limited light conditions in an urban environment, especially shady conditions; (ii) on crop fertilization and substrate based on urban wastes (deconstruction of buildings and urban bio-waste) which have shown their agronomic and sanitary potential, and finally (iii) on social perceptions about urban farming products based on wastes and about decision makers' perception of high-tech urban farms in two cities, Paris and Toulouse.

Keywords: urban farming, shady condition, lighting, organic hydroponics, urine, urban waste, recycle, circular economy, social perception, sanitary quality

Introduction

En France et dans le monde, l'émergence de projets d'agriculture urbaine à fort degré de technicité et d'innovation comme les projets en milieu fermé est visible (Morel-Chevillet, 2017). D'un autre côté, des projets plus low-tech, faisant notamment appel au recyclage des déchets, se développent en s'inscrivant ainsi dans le métabolisme de la ville via l'économie circulaire. TechnAU est un programme du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (CASDAR Recherche et transfert) qui s'intéresse aux solutions innovantes pour lever certains verrous technologiques et garantir la qualité des produits de l'agriculture

urbaine. Ce programme a pour objectif de répondre à des problématiques identifiées par les agriculteurs urbains professionnels à savoir :

- Trouver les végétaux et les méthodes de production permettant d'offrir de bons rendements dans des situations urbaines à faible ensoleillement.
- Intégrer la réutilisation de déchets urbains pour les substrats et la fertilisation dans les systèmes de production.
- Analyser la perception sociétale de ces systèmes de production et de leurs produits.

Pour répondre à ces besoins, le programme s'est articulé en trois actions qui s'appuient sur des acteurs de la recherche : l'Institut technique de l'horticulture ASTREDHOR, l'Unité Mixte de Recherche SADAPT AgroParisTech, mais aussi sur des acteurs de l'agriculture urbaine professionnelle : Agricool, la Cité Maraîchère de Romainville, Terreau Ciel et Le Paysan Urbain. Entre 2017 et 2018, trois études menées parallèlement ont donné lieu aujourd'hui à d'intéressants résultats pour la communauté de l'agriculture urbaine, et plus largement de la filière du végétal.

1. La performance des productions végétales dans un environnement déficitaire en lumière

1.1 Contexte et objectifs

En milieu urbain où l'ombre est très présente, la lumière naturelle peut limiter la réalisation de bons rendements horticoles. De par sa structure, la ville est génératrice de nombreuses zones d'ombre. Les éléments bâtis du tissu urbain modifient fortement les paramètres micro climatiques à l'échelle locale. Le bilan énergétique thermo-radiatif des espaces extérieurs est ainsi étroitement lié à la nature et à la morphologie des arrangements de bâtiments (Athamena, 2012). Il en résulte des difficultés pour trouver des espaces correctement ensoleillés nécessaires à la production végétale dédiée à l'agriculture urbaine. Peu de références scientifiques permettant d'établir des gammes de plantes adaptées à la culture en situation d'ombrage existent. Une étude (Schönfeld, 2014) a établi des listes de végétaux selon leur aptitude à couvrir des toitures dans des zones ombragées. D'autres études ont plutôt cherché à caractériser les besoins en lumière des principales plantes cultivées (Torres et Lopez, 2010 ; Faust, 2001).

C'est pourquoi, dans le cas de production végétale intra-urbaine, il apparaît nécessaire d'identifier des taxons végétaux performants en conditions limitantes d'ensoleillement ou de prévoir, en cas de manque trop important de lumière, une installation d'éclairage complémentaire. Un des objectifs du projet est d'apporter des solutions aux conditions d'éclairage limitantes en agriculture urbaine. La première approche du projet consiste à caractériser les végétaux d'intérêt en production urbaine (plantes légumières et fruitières, plantes aromatiques, plantes ornementales, fleurs comestibles...) de façon à pouvoir choisir les bons taxons en fonction du taux d'ombrage des zones de culture. La seconde approche porte sur l'évaluation de solutions innovantes apportant un complément de lumière nécessaire à une culture via l'usage de fibres optiques.

1.2 Expérimentations

Afin d'identifier le besoin en ensoleillement de différents taxons, une caractérisation fine du taux d'ombre a été réalisée et associée à une évaluation détaillée de la qualité agronomique d'une quarantaine de végétaux soumis à différents taux d'ombrage (Figure 1). Ces taux, mesurés et appliqués aux cultures, sont de 59 %, 69 % et 87 % en 2017 et 27 %, 47 % et 63 % en 2018. Les différentes cultures évaluées dans ce projet étaient des micro-pousses (radis, brocolis, tournesol...), des plants légumières et fruitières, des fleurs comestibles et des plantes aromatiques. Les critères de qualité mis en œuvre ont été choisis en fonction des objectifs de production : floribondité, précocité et diamètre de la fleur pour les fleurs

comestibles, biomasse, hauteur et densité chlorophyllienne pour les plants légumiers, biomasse et hauteur du plant pour les micro-pousses et biomasse et poids frais pour les plantes aromatiques.



Figure 1 : Dispositif expérimental installé à Langueux (22) en 2017 (gauche) et 2018 (droite) concernant l'évaluation du comportement des végétaux sous trois différents taux d'ombrage et sans ombrage. (©ASTREDHOR)

1.3 Résultats

Durant la première année du projet, les trois taux d'ombrage étudiés ont été trop élevés pour identifier finement la photosensibilité des différents taxons. La couleur des filets d'ombrage employés (noire et verte) a sans doute également influé sur la qualité de certains végétaux. Le filet vert absorbe de façon importante le spectre rouge qui est donc moins transmis aux cultures. Néanmoins, il peut être conclu qu'une réduction de la luminosité d'au maximum 59 %, correspondant à une somme lumière (ou DLI pour *Daily light integral*) de 7 mol de photons/m²/ jour en moyenne d'ensoleillement, a un faible impact négatif sur la qualité de la majorité des plantes testées. La deuxième série d'essais en 2018, a permis d'évaluer plus finement la photosensibilité des cultures car les trois taux d'ombre définis ont été moins importants. Il a pu être déterminé qu'une réduction de lumière de l'ordre de 50 % n'affecte pas la qualité agronomique de la majorité des cultures évaluées, l'exemple avec la menthe illustre ces conclusions (Figure 2). La quantité de lumière par jour (DLI) dans les cultures évaluées était d'environ 9 mol de photons/m².

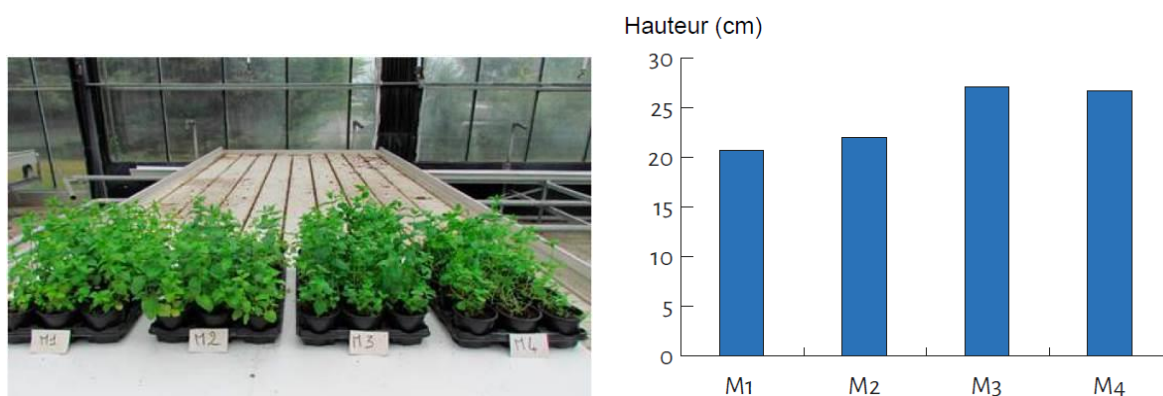


Figure 2 : Effets de l'ombrage sur la croissance et le développement de la menthe. Les végétaux sont cultivés sous un taux d'ombrage de 0 % pour M1, de 27 % pour M2, de 47 % pour M3 et de 63 % pour M4, correspondant à un DLI respectif de 17, 12,5, 9 et 6 mol de photons/m²/jour. (©ASTREDHOR)

Parallèlement aux essais sur l'ombrage, des essais en lumière naturelle guidée par fibres optiques ont été menés. En s'inspirant du projet de parc souterrain *Low Line* à New-York, un système innovant d'éclairage de la société Echy a été évalué. C'est un capteur solaire contenant 10 lentilles de Fresnel couplées à 10 fibres optiques, permettant de transférer la lumière solaire dans une unité de production

végétale située jusqu'à 8 m plus loin et isolée du soleil (Figure 3). Deux fibres différentes ont été testées (à base de silice ou de plastique). Elles apportent au maximum 8,7 mol de photons/m²/jour (silice) et 4,8 mol de photons/m²/jour (plastique), et uniquement dans les journées très ensoleillées sans nuage et directement sous les sources lumineuses dans l'unité de production.



Figure 3 : Capteur solaire avec 10 lentilles de Fresnel développé par la société Echy. (©ASTREDHOR)

Cependant cette technique innovante d'apport de lumière n'a pas apporté des résultats agronomiques satisfaisants ; deux points négatifs ont été constatés :

- La surface éclairée par ce type de source lumineuse est trop petite pour une production végétale.
- Le DLI moyen apporté et mesuré pendant la durée de culture n'est pas suffisant pour cultiver des végétaux car les jours nuageux n'ont pas apporté assez de lumière. Le DLI moyen enregistré pendant une période de 2 semaines était de 1,3 mol de photons/ m²/jour pour la fibre à base de silice et 0,4 mol de photons/m²/jour pour celle à base de plastique.

2. Vers l'utilisation de déchets d'origine urbaine pour l'agriculture urbaine

2.1 Contexte et objectifs

La pratique de l'agriculture urbaine implique souvent l'utilisation de matières prélevées à l'extérieur du système urbain, comme des terres agricoles urbanisées, que ce soit pour améliorer la fertilité des sols en place, créer un support inexistant pour les végétaux, ou combler un déficit nutritif. En même temps, les grands centres urbains, qui concentrent les populations, leurs activités, mais aussi leurs rejets, sont face à des enjeux capitaux en matière de gestion des déchets (ADEME, 2015). L'une des solutions envisage l'ensemble des activités au sein des villes, ou métabolisme urbain (Barles, 2005), les déchets urbains étant alors considérés comme des ressources pour l'agriculture urbaine. Cet axe du projet TechAU vise à mettre à l'essai des systèmes de production végétale reposant sur la (ré)utilisation de matières issues de l'économie circulaire urbaine.

Si à partir de résidus urbains, un sol ou technosol fonctionnel peut être recréé (Grard *et al.*, 2015 ; 2018) des interrogations demeurent sur la réelle robustesse des fonctions agronomiques et leur durabilité ainsi que sur leur potentielle contamination métaux lourds par exemple. En ce qui concerne les fertilisants, les projets d'agriculture urbaine pourraient être particulièrement concernées par les engrais liquides organiques issus de déchets. En effet, ces produits sont utilisables en hydroponie organique, ou bioponie, système de production qui bien qu'encore peu pratiqué a pourtant été bien étudié (Kawamura-Aoyama *et al.*, 2015 ; Liedl *et al.*, 2006 ; Shinohara *et al.*, 2011). La valorisation des nutriments issus de déchets en ferti-irrigation contribuerait ainsi à une mise en circularité des flux de substances biogènes à destination de la production hydroponique.

2.2 Expérimentations

Deux essais ont été mis en place sur la station expérimentale ASTREDHOR Seine-Manche de Saint-Germain-en-Laye (78), en 2017 et 2018. Deux systèmes de culture ont été évalués pour la production de plantes aromatiques et potagères (tomate cerise et basilic) :

- Un système en conteneurs de gros volume de 36 l (essai sur 2 ans), avec 14 modalités de substrats composés d'associations de résidus organiques (déchets verts et/ou alimentaires), permettant la nutrition du végétal par dégradation, et de résidus minéraux, issus du secteur du bâtiment (granite et béton cellulaire), apportant de la structure à ces supports (Figure 4).



Figure 4 : Dispositif en conteneurs mis en place à la station de Saint-Germain-en-Laye. Juillet 2018. (©ASTREDHOR)

- Un système en hydroponie verticale recirculé, essai sur un an (Figure 5), avec trois solutions de fertilisation organique liquide : un « jus de biodéchets oxygéné » (produit non commercial), obtenu par pressage de déchets alimentaires urbains avant leur compostage ; une solution de fertilisation liquide, utilisable en Agriculture Biologique, composée de vinasses de betteraves et d'extraits de mélasse concentrés ; une solution fertilisante formulée à partir d'urines humaines traitées (nitrifiées et concentrées).



Figure 5 : Dispositif hydroponique vertical mis en place à la station de Saint-Germain-en-Laye. Juillet 2018. (©ASTREDHOR)

L'ensemble des matériaux et produits testés ont fait l'objet d'une analyse d'innocuité sanitaire par le laboratoire de Chimie Analytique d'AgroParisTech. Il a dosé les cinq éléments trace métallique (ETM) faisant l'objet d'une réglementation officielle : le plomb, le cadmium, le mercure, le cuivre et le zinc. Les échantillons ont été traités par minéralisation, sur bloc chauffant (DigiPREP de SCP SCIENCE) puis dosés par Spectrométrie d'Absorption Atomique. Tous les substrats ont des teneurs en ETM inférieures aux limites fixées par les normes françaises NF U 44-551. Leur utilisation ne présente à priori pas de risque.

2.3 Résultats

2.3.1 Essai support de culture, en conteneurs

Les mélanges formulés présentaient tous des caractéristiques relativement éloignées des standards horticoles : une densité élevée, une disponibilité en air plus importante, une réserve en eau réduite, des pH plus élevés et de forts taux d'azotes organiques. Selon les matériaux mis en œuvre et leurs proportions, les niveaux de productivité ont pu se révéler très variables. Par exemple, l'utilisation de compost de déchets verts en quantité importante a entraîné des problèmes de fertilité (faim d'azote), aboutissant à de faibles rendements (C1S1, Figure 6).

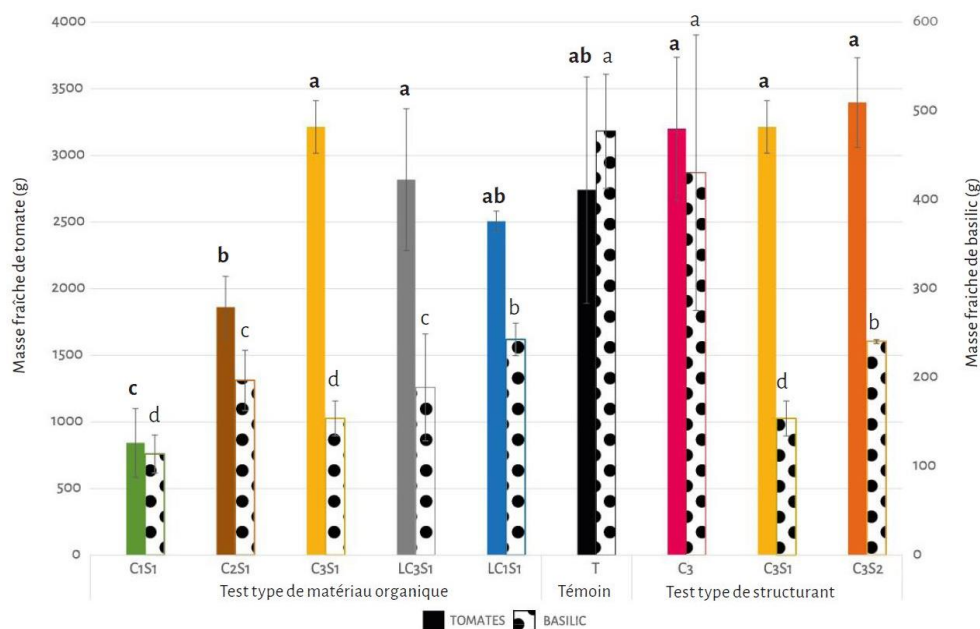


Figure 6 : Rendements par pied obtenus pour les cultures de basilic et tomates cerises sur le dispositif en conteneurs, selon les 8 modalités de substrats testées en 2018, en 5 mois de culture (tomates: 8 récoltes / basilics: 4 récoltes). Statistiques menées pour les 2 espèces indépendamment.

En revanche, les mélanges associant 80 % de compost de biodéchets (déchets verts et déchets alimentaires) avec 20 % de béton cellulaire (C3S1, Figure 7) ont donné les meilleurs résultats de productivité (3,4 kg de tomates cerises/pied), notamment grâce aux déchets alimentaires contenant des réserves azotées plus importantes, et plus rapidement minéralisées que le compost de déchets verts employé.

Plusieurs des mélanges testés ont montré des niveaux de salinité élevés à l'état initial, avec des pertes importantes d'éléments par lixiviation lors des premiers arrosages. Le suivi de certains substrats sur deux saisons de culture montre que les mélanges composés d'un matériau structurant minéral (pavé concassé) conservent des volumes stables, tandis que ceux intégrant un structurant organique connaissent un effondrement important (diminution significative des volumes initiaux).

Enfin, pour l'une des modalités, contenant compost de déchets verts, résidus de champignonnière et bois broyé, la production de tomates cerises a été multipliée par quatre en seconde année, grâce notamment à la minéralisation progressive des matières organiques apportées.

2.3.2 Essai hydroponie « organique »

Les solutions nutritives mises en œuvre ont permis d'observer des caractéristiques typiques de l'hydroponie organique : des pH élevés, des niveaux d'électro-conductivité particulièrement bas, ainsi que des désagréments olfactifs (plus ou moins importants selon les produits). En ce qui concerne la productivité, la solution à base d'urine a permis d'obtenir des rendements en tomates cerises trois fois et cinq fois supérieurs aux deux autres produits (Figure 7). Concernant la qualité de la production, les plants de basilic fertilisés à l'urine étaient jugés aptes à la commercialisation, tandis que des signes de carences (en fer et en azote) étaient observés avec les autres types de solutions. L'urine se révèle un fertilisant naturel très intéressant pour l'hydroponie, car elle contient de l'azote sous forme minérale, directement assimilable par les végétaux, quand les autres solutions doivent être minéralisées avant apport au système, ce qui implique un certain niveau de technicité.

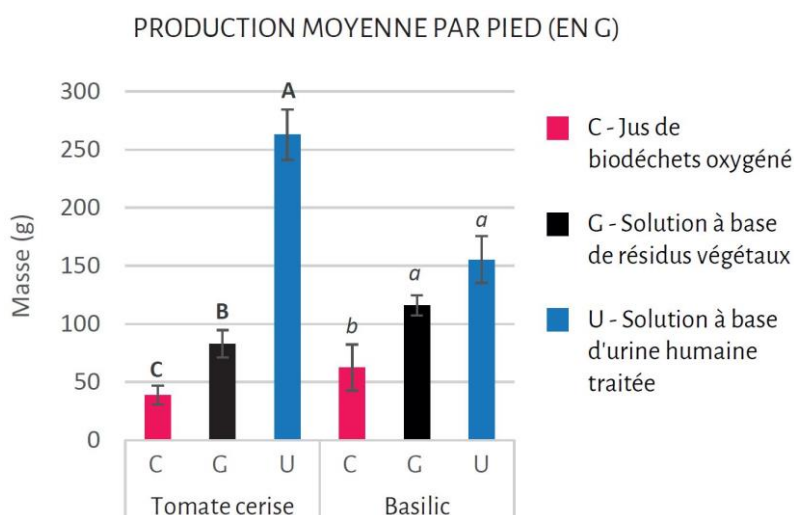


Figure 7 : Rendements obtenus pour les cultures de basilic et tomates cerises sur le dispositif hydroponique, en fonction des trois solutions nutritives testées, sur 4,5 mois de culture. Basilic, résultats en masse fraîche (somme de trois récoltes) - Tomate cerise : masses totales de fruits mûrs. Statistiques menées pour les tomates et cerises et basilics indépendamment.

3. Perceptions sociales des agricultures urbaines hors-sol

3.1 Contexte et objectifs

L'émergence des agricultures urbaines, présentées comme plus écologiques et territoriales, questionne la société. Les représentations alimentaires des Français semblent avoir un effet sur l'appropriation de ces nouveaux systèmes de productions en ville, aussi bien *low-tech* que *high-tech*. Ces projets semblent d'autant plus répondre à l'attachement du consommateur français au goût et au plaisir alimentaire (Dupuy et Poulain, 2008 ; Etiévant *et al.*, 2010 ; Poulain, 2002, 2017), ainsi qu'à la saisonnalité et au local (Adamiec *et al.*, 2018 ; Gerard, 2012 ; Laisney, 2012 ; Reigner, 2006 ; Zindy, *et al.*, 2017). Pourtant la proposition de deux offres de fraise de qualité ¹ produites à Paris sont questionnées : une production

¹ Une analyse sensorielle sur les fraises des deux systèmes a été menée au sein du CTIFL - centre de Lanxade (Vaysse *et al.*, 2017). 15 panélistes qualifiés, régulièrement entraînés selon la norme NF V09-003, ont goûté les fraises, et une analyse physico-chimique en laboratoire a été menée. Les lots analysés avaient une bonne qualité gustative à l'égard de la production française 2017.

dans un conteneur, en hydroponie sous éclairage LED, et une production en bac sur un toit, sur substrats de déchets verts. Si les enquêtés ont un profond attachement au plaisir, au goût, à la saisonnalité et au local, comment se fait-il qu'ils se questionnent vis-à-vis de ces offres locales de qualité ?

Parallèlement, les représentations pensées par les « constructeurs » de la ville vis-à-vis de l'urbain et de la nature, semblent avoir un effet dans la mise en place des projets d'agriculture. Dans un contexte d'institutionnalisation du Développement Durable (Lascoumes, 2012), et de réflexion mondiale sur la sécurité alimentaire urbaine (Nahmias et Le Caro, 2012), l'AU devient-elle une priorité socio-institutionnelle dans la fabrique de l'urbain ? Alors que l'espace vert commence à être pris en compte dans les stratégies d'urbanisation comme un écosystème à part entière (Mehdi *et al.*, 2012), qu'en est-il des notions de « nature » et « d'agriculture » en ville ?

Bien que centrée sur la perception de l'agriculture urbaine par les urbains, les objectifs pour cet axe sont doubles : d'un côté l'étude de la perception des produits issus de l'agriculture urbaine et de l'autre, l'étude de la perception des fermes urbaines par les « constructeurs » de la ville.

3.2 Expérimentations

En 2017, une enquête sociologique exploratoire a été portée sur 32 consommateurs. Ils ont été interrogés sur deux systèmes parisiens de production de fraise. Le premier, nommé T4P, est localisé sur la toiture de l'école AgroParisTech, en plein air (outdoor), en bac et sur un substrat de bio-déchets urbains. Le second, société Agricool, (Figure 8) est une micro-ferme de milieu clos (indoor), en conteneur, en aéroponie et avec de l'éclairage artificiel (LED).



Figure 8 : Fraises produites en milieu clos par la société Agricool. (©Tony Trichanh)

Puis en 2018, 32 « constructeurs » de la ville de deux métropoles, Paris et Toulouse, ont été interrogés. Les trajectoires de vie ont été étudiées pour comprendre comment ils sont venus à s'intéresser à l'agriculture urbaine. Les perceptions personnelles et professionnelles vis-à-vis de dispositifs indoor et outdoor ont été étudiés. Des analyses sensorielles ont été menées sur :

- Des fraises produites en conteneur sur un toit,
- Des tomates produites sur différents substrats (compost et lombricompost de bio déchets urbains, hydroponie à base de fertilisants organiques, dont de l'urine d'origine humaine, comme présenté précédemment).

3.3 Résultats

La production de fraises en conteneur interroge sur le « naturel » pour la majorité des consommateurs interrogés (66 %). Des études montrent qu'à l'échelle mondiale le caractère « naturel » des aliments est considéré comme crucial pour définir la qualité et par-delà la « comestibilité ». Mais l'idée que chacun se

fait d'une production naturelle varie en fonction des représentations alimentaires. A la question « Achetez-vous et mangez-vous des fraises ? », 72 % expriment la « saison », notamment à travers le printemps dans les quatre saisons. L'association « fraise-saison » semble être une représentation alimentaire française. Mais une autre motivation pour consommer la fraise semble être le goût, particulièrement à travers la teneur en sucre. A la question « Qu'est-ce qu'une vraie fraise ? », 75 % citent le « sucre ».

L'analyse sensorielle des fraises produites en conteneur indique une qualité sensorielle et un taux de sucre élevé (11 à 12 meq/100 g) (Figure 9). Cependant, cette production va à l'encontre des exigences sociales et culturelles françaises et questionne, en quelque sorte, la « qualité socioculturelle ». Cette production ultra locale et sans pesticides est perçue par certains comme « non naturelle », car « de toute saison » et « hors-sol ». Les représentations françaises de saisonnalité et de territorialité (notion de terroir) participent à juger l'éthique des techniques, et les problématiques actuelles de durabilité et de territorialité dans la chaîne alimentaire. La littérature scientifique montre que le plaisir du goût en France, et particulièrement son partage (repas), permettent de transmettre des connaissances et de construire des identités.

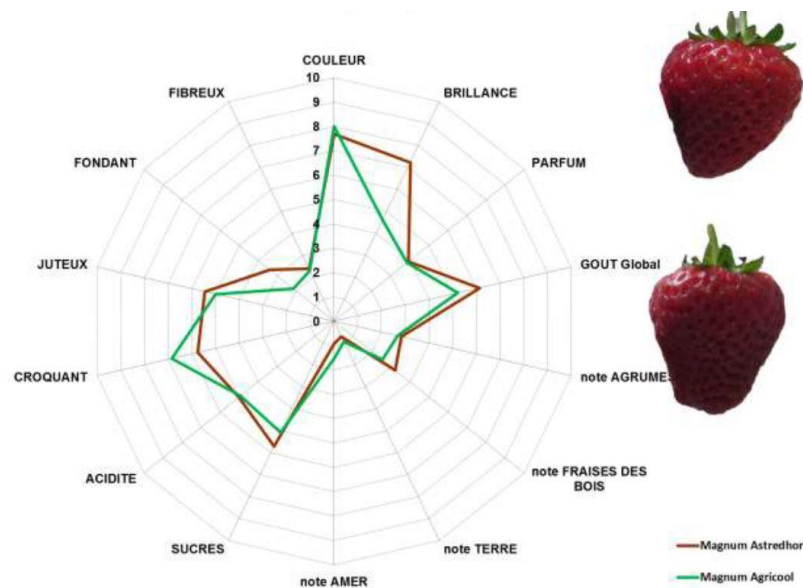


Figure 9 : Profils sensoriels des lots de fraises (variété Magnum) en fonction du système de culture (en milieu-clos pour les fraises « Agricool » et en extérieur pour les fraises « Astredhor »), peu de variabilité entre les deux lots a été observée. Source : Compte-rendu d'essai laboratoire CTIFL.

Ainsi, à la proposition d'une nouvelle offre de qualité gustative, la question est de savoir quelles connaissances on souhaite transmettre. La production sur toit est plus associée à la notion de « projet agricole urbain » par rapport à la production en conteneur. Elle est questionnée par rapport à l'innocuité des déchets utilisés, leur qualité sanitaire, et par rapport à l'équilibre socio environnemental qu'elle peut générer en interrogeant le lien urbain-rural.

Les « constructeurs » de la ville n'ont pas de définition unanime de l'agriculture urbaine. Leurs professions et leurs objectifs professionnels (missions, carrière, etc.) semblent être déterminants dans l'appropriation des projets d'agriculture urbaines, à l'inverse de leurs parcours personnels. Cependant aucune association n'est faite entre forme d'agriculture (indoor, outdoor, serre) et profession de l'interviewé.

Une différence entre Toulouse et Paris est observable quant à l'emprise foncière. Toulouse veut préserver les terres agricoles et pose la question de la viabilité économique des exploitations. Paris veut optimiser l'espace par la valorisation des interstices, et relate une lutte territoriale d'optimisation de la valeur foncière (rémunération optimale). L'agriculture en « sols construits » est la priorité, les toits s'y prêtent bien, et la mixité des usages est de mise (parkings souterrains).

En règle générale, l'agriculture urbaine semble apporter un bénéfice sociétal. Cependant, son appropriation diversifiée ne produit pas forcément de consensus par l'affrontement des différentes « représentations de la nature ». Ces représentations et l'intéressement généralisé de la société à la science écologique semblent devenir aujourd'hui des « caractéristiques centrales » de la concurrence pour les usages du territoire.

Conclusion

A la lumière des résultats pour ces trois axes de recherche, il existe de nombreuses perspectives pour la recherche en agriculture urbaine, tant sur les volets agronomiques que sociaux.

- Les expérimentations sur les taux d'ombrage appliqués à différentes productions végétales ont permis d'apprécier l'importance de la notion de DLI pour l'agriculture en milieu contraint (urbaine notamment). A l'avenir, on peut envisager de cartographier le DLI en le mesurant dans plusieurs espaces d'un système de production pour ensuite adapter le plan de culture selon le degré d'ombrage. A terme, des travaux plus poussés sur la captation et le guidage de la lumière naturelle pour une production végétale en milieu clos seraient à envisager pour produire dans les interstices et les sous-sols de la ville.
- Les résultats des expérimentations sur les produits résiduels urbains pour la création de substrats de culture et pour l'utilisation de solutions nutritives en hydroponie confirment la capacité de l'agriculture urbaine à valoriser ces résidus. Certains aspects d'acceptabilité sociétale interrogent encore. La compréhension des mécanismes de minéralisation de la matière organique ou l'ajout d'une fertilisation supplémentaire restent des champs de recherche ouverts. Un recensement plus poussé de matériaux réutilisables et une analyse économique globale sont à développer dans un avenir proche.
- Finalement, l'introduction d'une nouveauté agricole et alimentaire urbaine semble questionner les cadres établis : les modèles alimentaires. Ces nouvelles productions en ville transforment les idées que l'on se fait des filières alimentaires et agricoles en général (« productions locales de saison ? ») et posent la question de leur avenir : les campagnes seraient-elles idéalisées ? Dans ce contexte, l'agriculture urbaine peut devenir un pont entre le rural et l'urbain, pour développer des « orientations de confiance » et accompagner les communications (médiatiques, marketing, politiques, scientifiques) dans la chaîne alimentaire.

Références bibliographiques

Adamiec C., Julien M-P, Régnier F. (dir.), 2018, L'alimentation au fil des saisons. La saisonnalité des pratiques alimentaires, ouvrage collectif soumis aux Presses Universitaires de Rennes.

ADEME, 2015. Déchets : Chiffres-clés. [en ligne]. <http://www.ademe.fr/dechets-chiffres-cles>.

Athamena K., 2012. Modélisation et simulation des microclimats urbains : Etude de l'impact de la morphologie urbaine sur le confort dans les espaces extérieurs. Cas des éco-quartiers. Architecture, space management. Ecole Centrale de Nantes.

Barles S., 2005. L'invention des déchets urbains. France : 1790-1970. Ed. Champ Vallon, Paris, 304p.

Dupuy A., Poulain J-P., 2008. Le plaisir dans la socialisation alimentaire [The pleasure in food socialisation]. *Enfance*, 60, 261–270.

Etiévant P., Bellisle F., Dallongeville J., Etilé F., Guichard E., Padilla M., Romon-Rousseaux M., 2010. Les comportements alimentaires. Quels en sont les déterminants ? Quelles actions, pour quels effets ? Expertise scientifique collective INRA, Paris.

Faust J.E., 2001. Light, p. 71–84. D.Hamrick, (ed.). Ball Redbook: Crop Production, Ball Publishing, Batavia, IL.

- Gerard J., Jongmans E., 2012. Manger bio et local ? L'impact de l'origine du produit et de l'attribut biologique sur l'évaluation, la qualité perçue et l'intention d'achat d'un aliment. 8ème Journée Marketing Agroalimentaire de Montpellier, Montpellier, France.
- Grard B.J.P., Bel N., Marchal N., Madre F., Castell J.F., Cambier P., Houot S., Manouchehri N., Besancon S., Michel J.C., Chenu C., Frascaria-Lacoste N., Aubry C., 2015. Recycling urban waste as possible use for rooftop vegetable garden. *Future of Food - Journal on Food, Agriculture and Society* 3, 21-34.
- Grard B., Chenu C., Manouchehri N., Houot S., Frascaria-Lacoste N., Aubry C., 2018. Rooftop farming on urban waste provides many ecosystem services. *Agron. Sustain. Dev.* 38 (1), Article Number 2
- Kawamura-Aoyama C., Fujiwara K., Shinohara M., Takano M., 2014. Study on the hydroponic culture of lettuce with microbially degraded solid food waste as a nitrate source. *JARQ, Japan Agricultural Research Quarterly* 48(1):71-76
- Laisney C., 2012. L'évolution de l'alimentation en France, Paris, Centre d'études et de prospective du Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire, document de travail, n°5, 25 p.
- Lascombes P., 2012. Action publique et environnement. Que sais-je, Puf, 128 pages.
- Liedl B.E., Bombardiere J., Chatfield J.M., 2006. Fertilizer potential of liquid and solid effluent from thermophilic anaerobic digestion of poultry waste. *Water Science and Technology* 53(8):69-79.
- Mehdi L., Weber C., Di Pietro F., Selmi W., 2012. Évolution de la place du végétal dans la ville, de l'espace vert à la trame verte. *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 12, Numéro 2.
- Morel-Chevillet G., 2017. Agriculteurs urbains. Du balcon à la profession, découverte des pionniers de la production agricole. Ed. France Agricole, Paris, 283 p.
- Nahmias P., Le Caro Y., 2012. Pour une définition de l'agriculture urbaine : réciprocity fonctionnelle et diversité des formes spatiales. *Environnement Urbain / Urban Environment*, Volume 6.
- Poulain J-P., 2002. Sociologies de l'alimentation. Paris, PUF, Quadrige.
- Poulain J-P., 2002. Manger aujourd'hui. Attitudes, normes et pratiques. Paris, Editions Privat, Aliment et Société.
- Poulain J-P., Corbeau J-P., 2002. Penser l'alimentation. Entre imaginaire et rationalité. Toulouse, Edition Privat, Aliment et Société.
- Poulain J-P., 2017. The sociology of food: Eating and the place of food in society. London: Bloomsbury.
- Régnier F., 2006. Manger hors norme, respecter les normes. *Journal des anthropologues*, 106, n°107, 169-187.
- Schönfeld P., 2014. Extensiv-Bedflanzung auch im Schatten, *Deutscher Gartenbau Galabau*, 10, 46-49
- Shinohara M., Aoyama, C., Fujiwara K., Watanabe A., Ohmori H., Uehara Y., Takano M., 2011. Microbial mineralization of organic nitrogen into nitrate to allow the use of organic fertilizer in hydroponics. *Soil Science and Plant Nutrition*; 2011. 57(2):190-203.
- Torres A.P., Lopez R.G., 2010. Commercial greenhouse production: measuring daily light integral in a greenhouse, West Lafayette (USA), Purdue extension Purdue University, 7 p
- Zindy P., Hamawany-Darson H., Hauwuy A., CNAOL, 2017. Perception et attitude des consommateurs vis-à-vis des produits de terroir : implications pour les fromages. *INRA Prod. Anim.*, 30 (3), 229-240.

Cet article est publié sous la licence Creative Commons (CC BY-NC-ND 3.0)



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/fr/>

Pour la citation et la reproduction de cet article, mentionner obligatoirement le titre de l'article, le nom de tous les auteurs, la mention de sa publication dans la revue « Innovations Agronomiques », la date de sa publication, et son URL)