

DIVERSITÉ DES TECHNOLOGIES EN AGRICULTURE URBAINE : ENTRE LOW-TECH ET HIGH-TECH

GUIDE DE BONNES PRATIQUES - AGRICULTURES URBAINES



CAILLEUX Solenne - FAUCHER Enzo - MARVILLET Agathe - MATAR Théa - YEHYA Aya



Ce document a été réalisé par des élèves de 2ème année de l'ENSAT (Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Toulouse) dans le cadre d'un module sur les Agricultures Urbaines.

Pour citer cette ressource pédagogique :

Cailleux S., Faucher E., Marvillet A., Matar T., Yehya A., 2022. Guide de bonnes pratiques en Agricultures Urbaines - *Diversité des technologies : entre low-tech et high-tech*
Module Agricultures Urbaines Toulouse INP-ENSAT. Réseau-Agriville.

S O M M A I R E

INTRODUCTION

I- SOUS-SOL

I.A- MICRO-POUSSES

I.B- MYCICULTURE

II- TERRAIN VAGUE

AQUAPONIE

III- PLEIN CHAMP

ROBOTS

IV- BATIMENTS

IV.A- AÉROPONIE

IV.B- HYDROPONIE

IV.C- MICRO-ALGUES

V- TOIT TERRASSE

CULTURE SUR SACS

CONCLUSION

INTRODUCTION

La population vivant dans les villes augmente fortement à l'échelle mondiale depuis 1950, dépassant même la population rurale dans les années 2000. L'agriculture urbaine (AU) est un mouvement en pleine expansion ces dernières années qui vise à répondre à un certain nombre d'enjeux de cette pression démographique des villes.

L'agriculture urbaine est considérée comme un système de production s'intégrant dans des paysages urbains et péri-urbains selon le dictionnaire de l'agroécologie (*C. Dumat et al, 2019*).

L'objectif étant de s'inscrire dans un objectif de développement durable tant sur le plan social que environnemental. L'agriculture urbaine est un moyen de valoriser les espaces urbains inutilisés, par exemple, les toitures qui représentent en moyenne 32% de la surface d'une ville. Différents projets d'agriculture urbaine peuvent être mis en place et permettent de valoriser différents espaces en milieu urbain.

Bien souvent en agriculture urbaine, pour s'adapter aux contraintes du paysage (péri)urbain, les exploitants doivent adapter leurs pratiques, leurs infrastructures et leurs outils. Il est donc intéressant de se pencher sur les technologies utilisées qui peuvent être très différentes des technologies employées en milieu rural. D'après le gouvernement canadien la technologie agricole est : "l'étude des techniques et des différents procédés de mise en œuvre dans le domaine de la production agricole, animale, la transformation des aliments, la technique équine et la gestion et l'exploitation des entreprises agricoles." Il s'agit donc à la fois des méthodes et du matériel utilisé. C'est un des principaux leviers pour l'innovation en agriculture et donc en agriculture urbaine. L'agriculture urbaine vise à répondre à deux enjeux majeurs : nourrir les villes dans un contexte d'urbanisation galopante et sensibiliser les populations urbaines aux problématiques de la production alimentaire.

En agriculture urbaine, on peut distinguer deux types de technologies : low tech et high tech.

LOW-TECH

L'agriculture urbaine low tech correspond aux cultures en pleine terre ou en bac avec substrat terreux. Elle est issue des pratiques traditionnelles et de l'agriculture paysanne. Ses principaux objectifs sont : augmenter la résilience, respecter l'environnement, favoriser la biodiversité, sensibiliser les populations urbaines, développer l'économie circulaire. Elle maintient des zones de nature et de production au cœur des villes en les protégeant de l'urbanisation. Bien souvent ces espaces sont aussi des lieux de vie ouverts au public. Ces exploitations sont donc confrontées aux conflits d'usage avec le voisinage ou les pouvoirs publics si elles ne sont pas acceptées.



INTRODUCTION



L'agriculture urbaine high tech correspond aux cultures hors sol dans des environnements contrôlés ou hyper contrôlés. Les besoins en nutriments des plantes sont calculés et parfaitement couverts. Les conditions de culture (lumières, température, humidité, etc...)

sont maîtrisées technologiquement à un niveau optimal. Elle permet de valoriser avec une production agricole des espaces habituellement improductifs comme les toits, les hangars, les sous-sol ou encore des zones polluées. Elle cherche à répondre à la demande des villes en produits locaux. Cependant, les outils de production sont souvent très coûteux et énergivores. De plus, elle demande une main d'œuvre très qualifiée et spécialisée assez rare sur le marché du travail.

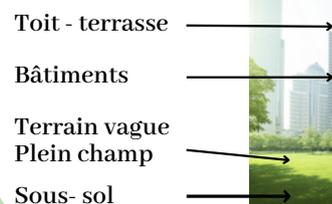
H
I
C
H
-
T
E
C
H

Dans ce guide seront détaillées un certain nombre, non exhaustif, de techniques et de technologies employées en agriculture urbaine.

Elles seront réparties spatialement selon l'environnement le plus favorable dans la ville pour chaque pratique, selon le plan suivant : sous-sol, terrain vague/friche, bâtiment et enfin toit-terrasse.

Pour chacune d'entre elles seront indiquées leur appartenance aux techniques low tech ou high tech, leurs caractéristiques principales, ainsi que leurs avantages et inconvénients.

RÉPARTITION SPATIALE DE L'AU



Micro-pousses

ENCART TECHNIQUE

Les micro-pousses sont de très jeunes herbes aromatiques et plantes comestibles. Il s'agit en fait d'une culture à un stade de croissance intermédiaire entre la germination des graines et des feuilles. Une fois les cotylédons développés, commencez à récolter les micro-pousses (7 à 21 jours après la germination).



Les variétés aux saveurs uniques et parfois surprenantes ne manquent pas : haricot vert, tournesol, moutarde, chou rouge, radis violet, brocolis, roquette ou encore betteraves. Très appréciées outre-Atlantique, ces micro-pousses ont un profil nutritionnel particulier (environ 40 fois celui des plantes adultes) et sont plébiscitées par les consommateurs à la recherche de produits frais. Cette culture s'effectue sur terreau ou copeaux de bois imbibés d'eau sous éclairage artificiel LED à faible consommation d'énergie.

Avantages

- Riche en nutriments, en vitamines et en oligoéléments
- Faible consommation d'énergie
- Production très économe en eau
- Très adapté à la culture en ville et plus particulièrement en sous-sol
- Production locale

Inconvénients

- En France, les micro-pousses et leurs bienfaits sont encore mal connus du grand public
- Grande sensibilité au transport et au stockage

EXEMPLE

Micro-pousses à Bègles:

Cette microferme expérimentale est une association d'agriculture urbaine promouvant une consommation responsable pour préserver l'environnement et les ressources. Elle assure la production de micro-pousses riches en nutriments.

Myciculture



La culture de champignons requiert des conditions d'humidité et de luminosité très particulières et les sous-sols et caves offrent une belle opportunité pour les cultiver. Pleurotes grises, roses, jaunes, bleues, champignons gris mais également champignons de Paris ou Shiitakes, nombreuses sont les fermes urbaines qui se développent. A Paris (*La Caverne*), Nantes (*Le Champignon Urbain*) mais aussi Bruxelles (*Permafungi*) ou Montréal (*Blanc de gris*), chacun a trouvé son modèle économique pour produire dans une logique d'économie circulaire et de production locale, au cœur des zones urbaines. Pourquoi pas vous ?

La culture de champignons est basée sur une culture hors-sol et l'utilisation d'un substrat particulier afin que le mycélium s'implante et se développe. Ce substrat peut se composer d'un mélange de marc de café (*Permafungi*, *La boîte à champignons*), paille broyée et humidifiée, carton, drêche (*Blanc de gris*) ou encore son de céréales et sciure de bois (*Le Champignon Urbain*). Chacun possède ses avantages et inconvénients mais le plus important pour le choix du substrat, c'est avant tout sa facilité d'approvisionnement. Des partenariats peuvent d'ailleurs être menés avec des entreprises afin de valoriser ces nombreux sous-produits alimentaires.

Concernant les espèces de champignons, les pleurotes semblent être les plus tolérantes et les plus faciles à faire fructifier mais chacune possède des particularités productives et gustatives.

La myciculture est une production de courte durée. Effectivement, suite à l'inoculation du mycélium dans le substrat, celui-ci met environ 2 à 3 semaines à le coloniser en formant de larges réseaux. Par la suite, il est important de modifier les conditions de température, d'humidité et de lumière afin de recréer des conditions spécifiques de sous-bois en automne par exemple (pour les espèces automnales comme les pleurotes). Ainsi, une dizaine de jours plus tard, le mycélium va produire ses organes reproducteurs, prêts à être commercialisés : les champignons (Hortus Focus Thetapress, 2017) !

LOW-TECH OU HIGH-TECH ?

C'est une question difficile à trancher puisque la myciculture se place sur les 2 tableaux. D'un côté c'est une culture hors-sol aux conditions contrôlées (lumière, humidité..) correspondant aux caractéristiques du high-tech. Cependant ce type de production valorise des sous-produits alimentaires et favorise l'économie circulaire : des concepts évoqués dans la définition des technologies low-tech. La myciculture utilise donc des technologies à la frontière entre ces 2 mondes souvent bien séparés.

SOUS-SOL

Myciculture

LE SAVIEZ-VOUS ?

Après avoir récolté vos champignons, il est possible de valoriser le champost (résidu de la culture) ! Ajout en tant que fertilisant pour la culture d'autres légumes (La Caverne) ou encore production de myco-matériaux (Permafungi), les idées ne manquent pas alors laissez place à votre imagination !



Avantages

- Valorisation de sous-produits alimentaires pour le substrat
- Culture courte (2 semaines - 1 mois)
- Valorisation du champost possible
- Adapté aux sous-sols d'immeubles : faibles luminosité et température
- Economie circulaire

Inconvénients

- Maîtrise des conditions de culture (Température, humidité, lumière...)
- Besoin d'un espace sain et aéré
- Gestion du renouvellement du mycélium

TERRAIN VAGUE

Aquaponie

Parfois, les terrains en milieu périurbain sont inaptes à la production agricole, à cause d'une qualité médiocre du substrat ou pour des causes autres diverses. Alors, pour valoriser ces terrains, l'utilisation de systèmes hydroponiques et aquaponiques permet de s'affranchir du substrat tout en valorisant l'espace avec une production agricole.



ENCART TECHNIQUE

En aquaponie, les plantes sont mises en relation avec un espace d'aquaculture afin de créer un écosystème bénéfique pour les cultures et les poissons. Les déjections des poissons après nitrification par les bactéries servent de nutriments aux plantes, qui filtrent l'eau qui est renvoyée dans l'espace d'aquaculture. (*Aquaponiefrance, 2015*)

Avantages

- Croissance des plantes rapide (une fois le système installé)
- Autonomie du système
- Production diversifiée
- Coût de la nourriture à poissons abordable
- Affranchissement du substrat sol
- Entretien plus facile car écosystème autonome : nécessite seulement des vérifications ponctuelles des taux d'ammoniac et des niveaux de pH et de manière plus espacée les niveaux de nitrates

Inconvénients

- Long à mettre en place (1 mois avant que les bactéries nitrifiantes ne soient correctement installées)
- Nécessite plus d'espace que l'hydroponie

EXEMPLE

La Ferme Aquaponique de l'Abbaye en Normandie (FADA)

La FADA est une ferme aquaponique créée en 2017 avec l'arrivée des premiers poissons. L'association des plants et des poissons permet la production de produits frais de saison ainsi que des produits issus de l'élevage piscicole. Cette ferme propose des légumes, des herbes aromatiques, des micropousses, et bien sûr du poisson à la vente.

Des robots au service de l'agriculture

ENCART TECHNIQUE

Les robots utilisés en agriculture assistent dans des tâches répétitives et pénibles comme le désherbage, accompagné du transport de caisses ou de fournitures. Les robots équipés de caméras sont capables de se repérer dans la ferme et de prendre des décisions de manière autonome. Ces robots ont donc la capacité de détecter la fin de la ligne, de faire demi-tour et de ramasser la tête de ligne seuls. Ces caméras leur permettent aussi de détecter les jeunes pousses, intervenant ainsi dans l'exploration urbaine très jeune.



Avantages

- Réduire la pénibilité du travail sur le terrain
- Limiter l'utilisation d'herbicides et de pesticides
- Favoriser l'amélioration de la productivité des exploitations
- Simplicité d'usage

Inconvénients

- Investissement très cher
- Question sociale ?

EXEMPLE

Robots pour l'agriculture Naïo Technologies a été fondée en 2011 par Aymeric Barthes et Gaëtan Séverac, deux ingénieurs en robotique passionnés d'agriculture, avec pour objectif de créer des robots totalement autonomes et connectés.

BÂTIMENTS

Hydroponie



C'est une culture hors-sol qui est très en vogue dans le cadre du développement de l'agriculture urbaine, car elle peut être réalisée facilement en ville, sur des toits, dans des garages ou des bâtiments voire même des containers, en maintenant un éclairage artificiel et un chauffage dans le système.

Cela est également utile pour développer l'agriculture dans des pays où les terres fertiles sont rares et où la sécheresse est trop importante.

La culture hydroponique constitue un grand avantage pour optimiser la croissance des plantes et maîtriser la consommation d'eau. Mais cela nécessite une grande artificialisation du processus de culture. L'hydroponie est classée donc comme high-tech.

Avantages

- Limiter les maladies et donc réduire l'utilisation de produits phytosanitaires
- Production toute l'année
- Gain de place, optimisation de l'espace disponible
- Culture stable avec un rendement élevé
- Plantes protégées des polluants du sol

Inconvénients

- La culture hydroponique est rarement biologique
- Coût élevé des nutriments pour la solution
- Vérifications des conditions du milieu fréquentes
- Nécessite une intervention continue de la main humaine

EXEMPLE

Château-Thierry :

La plus grande ferme verticale de France en 2021

"Cette ferme a pour objectif de développer un modèle basé sur des fermes verticales à forte productivité, industrielles et localisées. Elle repose sur une consommation d'eau et des émissions de CO2 limitées, sur l'absence de pesticide et une réduction des déchets."

BÂTIMENTS

Aéroponie

En pleine expansion, notamment aux Etats-Unis (*AéroFarms*), l'aéroponie est totalement adaptée à des cultures verticales en bâtiment fermé, dans une optique productive et d'optimisation des surfaces cultivées. Ici, ni eau, ni terre, aucun contact avec un milieu liquide ou solide.



Dans un premier temps les graines germent sur un fin tissu perméable. Par la suite, toutes les conditions sont contrôlées et tous les apports nécessaires à la croissance des plantes sont mis à disposition spécifiquement. Pour les nutriments, une brume d'eau et d'engrais biologiques est apportée au niveau des racines. Finalement, l'activité photosynthétique est permise grâce à un éclairage LED permanent des feuilles (*F. Autran, 2015*)



ENCART TECHNIQUE

Tout est mis en place pour permettre une croissance rapide des végétaux tout au long de l'année : une pratique high-tech tout en contrôle !

Avantages

- Meilleure disponibilité de l'oxygène
- Croissance rapide
- Brouillard nutritif très contrôlé : limite l'utilisation des ressources
- Culture verticale : optimisation de l'espace

Inconvénients

- Ni terre ni soleil
- Conditions ultracontrôlées
- Structure complexe, beaucoup d'investissements

AeroFarms :

"Nous avons conçu notre exploitation pour incarner la conception circulaire et maximiser la production en utilisant moins de ressources, ce qui nous permet de cultiver avec jusqu'à 95 % d'eau en moins, jusqu'à 99 % de terre en moins, zéro pesticide et une fraction des engrais par rapport à l'agriculture de plein champ."

EXEMPLE

Micro-algues



Les micro-algues sont des micro-organismes qui confèrent naturellement d'incroyables propriétés nutritionnelles. Ces dernières peuvent se développer en eau salée ou en eau douce grâce à leur appareil photosynthétique. Ces micro-organismes utilisent naturellement la lumière pour convertir le dioxyde de carbone, l'eau et les nutriments (azote, phosphore, etc.) en énergie.

Cette production nécessite des systèmes de culture fermés : les photobioréacteurs produisent de la biomasse à partir de différentes espèces de micro-algues (Arthrospira, Chlorella, Haematococcus, etc.) dans un environnement extrêmement contrôlé en fonction des conditions géographiques locales et des besoins d'exportation de la ville.

Les micro-algues ont des applications agronomiques diverses telles que la nutrition animale (principalement l'aquaculture) ou encore l'alimentation humaine avec les compléments alimentaires. Ces modules peuvent également capter le dioxyde de carbone de l'air, assurant la séquestration du carbone comme moyen de lutte contre le réchauffement climatique.

Avantages

- Capacité à produire de l'énergie (biocarburant)
- Gestion raisonnée de l'eau
- Lutte contre le changement climatique : séquestration du CO₂
- Captation des métaux lourds
- Végétalisation des villes et innovation architecturale

Inconvénients

- Les algues accumulent des lipides, en particulier dans des conditions déficientes en azote, ce qui nécessite des cycles croissance-carence difficiles à mettre en œuvre industriellement.

EXEMPLE

Urban algae :

C'est une entreprise conceptrice de fermes urbaines de microalgues dépolluantes, via la culture et la production de microalgues en rooftop ou sur les façades des bâtiments.

TOIT - TERRASSE

Culture sur sacs

Le sac potager est une technique d'agriculture verticale hors sol, les plantations y sont cultivées sur toutes les faces. Cependant, il existe différents types de sacs qui peuvent être utilisés comme des modèles plus classiques avec une toile en géotextile.



Carrés potagers

Les plants sont placés dans des bacs en matériaux solides contenant du substrat terreux. Les espaces de culture sont délimités dans les bacs et c'est une méthode de culture hors sol.

Avantages

- Adapté aux espaces restreints avec optimisation de l'espace
- Retient l'humidité donc économie d'eau
- Délimitation de l'espace de travail du sol
- Substrat qui peut-être très léger

Inconvénients

- Installation qui nécessite d'être désherbée
- Entretien régulier nécessaire
- Contrôle permanent de l'irrigation

5 POINTS IMPORTANTS À VÉRIFIER AVANT L'INSTALLATION

- 1 Evaluation des contraintes de portance de la terrasse
- 2 Evaluer les nécessités en terme d'étanchéité
- 3 Choix du modèle de sac / bac
- 4 Choix du substrat (prendre en compte les éléments précédents notamment pour le poids du substrat)
- 5 Anticiper l'installation du système d'irrigation

CONCLUSION

Les techniques d'agriculture urbaine sont souvent assez récentes. Il manque parfois de recul et d'expérience pour définir de "bonnes pratiques". De plus la diversité des contextes environnementaux et socio-économiques qu'offrent les paysages urbains rend chaque exploitation unique. Il n'est donc pas aisé de définir des vérités générales dans ce domaine.

A travers ce guide nous avons essayé de faire un inventaire de pratiques courantes ou innovantes en expliquant dans quels contextes elles peuvent être employées et les points sur lesquels il faut être vigilant.

BIBLIOGRAPHIE

- « Agriculture urbaine hydroponique, quand les citoyens se mettent au vert – La Fabrique du Mur Végétal ». Consulté le 08 avril 2022. <https://neogarden-mursvegetaux.com/agriculture-urbaine-hydroponique/>.
- Des idées de l'intérieur, du jardin, de l'ameublement et de la décoration. « Aperçu de la culture hydroponique: avantages et inconvénients », 23 mai 2018. <https://deavita.fr/design-exterieur/jardin-amenagement/culture-hydroponique-avantages-inconvenients/>.
- Blanc de gris. « Blanc de Gris - Champignons frais - Pleurotes naturels ». Consulté le 11 avril 2022. <https://blancdegris.com/>.
- Brut. La Caverne: une ferme dans les sous-sols parisiens, 2018. <https://www.youtube.com/watch?v=X28D-sG6Dmg>.
- Chatard, Marie. « Agriculture urbaine durable & culture de champignons ». La pigiste blogue (blog), 3 avril 2017. <https://blog.la-pigiste.com/2017/04/03/agriculture-urbaine-durable-locale-proximite-culture-de-champignon/>.
- Les Horizons. « Définition Hydroponie • Les Horizons ». Consulté le 12 avril 2022. <https://leshorizons.net/hydroponie/>.
- Dumat, Camille, Olivier Bories, et Liliane Sochaki. « Introduction ». Vertigo, no Hors-série 31 (5 septembre 2018). <https://doi.org/10.4000/vertigo.20958>.
- FADA - Ferme Aquaponique De l'Abbaye. « Ferme Aquaponique de l'Abbaye, en Normandie (76) - Guillaume SCHLUR ». Consulté le 18 avril 2022. <https://aquaponienormandie.com/>.
- Feuvre, Delphine Le. « Agriculture urbaine: le champignon de Paris à nouveau cultivé dans la capitale ». Geo.fr, 29 décembre 2021. <https://www.geo.fr/environnement/agriculture-urbaine-le-champignon-de-paris-a-nouveau-cultive-dans-la-capitale-207664>.
- Hortus Focus Thetapress. Découverte: la culture des champignons sur du marc de café recyclé, 2017. https://www.youtube.com/watch?v=u_LTXxWXjiA.
- « Hydroponie: la culture hydroponique ». Consulté le 08 avril 2022. <https://www.culture-hydroponique.com/cms7-culture-hydroponique>.
- Systèmes céramiques. « Hydroponie: une culture hors-sol et sous serre », 16 septembre 2021. <https://www.systemes-ceramiques.org/hydroponie-avantages-inconvenients-on-vous-explique-tout/>.
- Jordan. « Hydroponie VS aquaponie - Aquaponie France - L'aquaponie des passionnés ». Aquaponie France - L'aquaponie des passionnés (blog), 21 septembre 2015. <https://www.aquaponiefrance.com/guides/difference-entre-hydroponie-et-aquaponie.html>.
- Inès Plumecocq, Héloïse Billot, Camille Dumat. 2019. Agriculture urbaine : Définition. Dictionnaire d'Agroécologie, <https://dicoagroecologie.fr/encyclopedie/agriculture-urbaine/>
- La Boîte à Champignons. « La Boîte à Champignons culture des pleurotes sur marc de café ». Consulté le 11 avril 2022. <https://www.laboiteachampignons.com/>.

BIBLIOGRAPHIE

- La Caverne. « La Caverne - La seule ferme bio de Paris ». Consulté le 07 avril 2022. <https://lacaverne.co/>.
- Le Temps. « L'«aéroponie», ou comment cultiver sans terre ni soleil », 28 août 2015. <https://www.letemps.ch/sciences/laeroponie-cultiver-terre-soleil>.
- « Le Champignon Urbain ». Consulté le 08 avril 2022. <https://www.lechampignonurbain.fr/z-les-champignons>.
- « Les conseils - Substrats ». Consulté le 10 avril 2022. <https://www.cultureindoor.com/fr-fr/content/25-les-conseils-substrats>.
- Lucchetti, Aurélie. « Modélisation et conception d'un système de culture de microalgues », s. d., 197.
- « Naio Technologie: Les robots envahissent les champs agricoles ». Consulté le 09 avril 2022. <https://www.matooma.com/fr/realisations/cas-clients/agriculture/naio-technologies-des-robots-au-service-de-lagriculture>.
- « PermaFungi | Pleurotes bio ». Consulté le 11 avril 2022. <https://www.permafungi.be/pleurotes-bio/>.
- qktheme. « Horti Média Low-tech ou high-tech l'agriculture urbaine? » Consulté le 11 avril 2022. <https://horti-media.com/low-tech-ou-high-tech-lagriculture-urbaine/>.
- « URBAN ALGAE - Microalgues & innovation », 19 mai 2021. <https://www.urbanalgae.eu/fr/microalgues-innovation/>.
- AeroFarms. « Vertical Farming Technology • AeroFarms Vertical Farming for Elevated Flavor ». Consulté le 08 avril 2022. <https://www.aerofarms.com/how-we-grow/>.
- WeAre[WP. « Conférence "Techniques d'Agriculture Urbaine, de Paris à Nairobi" ». SOLIDARITÉS INTERNATIONALE (blog), 3 janvier 2017. <https://www.solidarites.org/fr/actualites-association/conference-techniques-dagriculture-urbaine-de-paris-a-nairobi-2/>.