

AGRICULTURE URBAINE : POTENTIEL RÉEL OU EFFET DE MODE ?

Martin Stuchtey
Fondateur et associé principal,
SYSTEMIQ

Tilman Vahle
Associé,
SYSTEMIQ



Salades produites dans une exploitation taiwanaise en environnement contrôlé, YesHealth iFarm - ©Association for Vertical Farming

Martin Stuchtey est cofondateur et directeur associé de SYSTEMIQ, une entreprise spécialisée dans la formation de coalitions, la cocréation et l'investissement dans la transition vers des systèmes industriels circulaires. Avec Ellen MacArthur, il a lancé l'Initiative pour l'économie circulaire au Forum économique mondial, puis un groupe de travail sur les ressources en eau hébergé par la Banque mondiale (2030 Water Resources Group). Il est également professeur de stratégie et de gestion des ressources à l'Université d'Innsbruck, en Autriche.

Tilman Vahle a travaillé sur les thèmes de l'innovation durable et de la gestion des ressources environnementales dans les secteurs public et privé. Après une expérience de consultant pendant deux ans chez EY, à Munich, il a rejoint SYSTEMIQ, où il se consacre à l'économie circulaire pour les systèmes alimentaires, la mobilité et l'énergie. Il est diplômé en Gestion et politique de l'environnement de l'Université de Lund, en Suède, et en développement durable et économie internationale de l'University College de Maastricht.

Pour nourrir 9 milliards de personnes d'ici à 2050 dans les limites de notre planète, une révolution de notre modèle d'agriculture est nécessaire. L'agriculture urbaine fait partie des solutions proposées, mais est-elle réaliste ? Pour répondre à cette question, il convient de s'intéresser aux différents types d'agriculture urbaine, avec leurs avantages et leurs inconvénients, en différenciant notamment l'agriculture extensive classique en plein air et l'agriculture à haut rendement en environnement contrôlé. Le premier modèle n'est pas suffisamment productif pour soutenir la production alimentaire de manière significative, mais il a ses avantages sur les plans communautaire, éducatif et psychologique. Il présente également des atouts environnementaux, notamment si l'agriculture est pratiquée sur les toits des villes. Ce type d'agriculture, rarement viable sur le plan commercial, offre donc une valeur sociétale importante. Plusieurs modèles économiques sont possibles, de l'offre de services publics au co-financement par le biais d'opérations commerciales connexes. En revanche, l'agriculture en environnement contrôlé pourrait contribuer de façon substantielle à la production alimentaire dans les années à venir, et afficher une belle croissance car elle présente des avantages certains par rapport aux chaînes de valeur alimentaires actuelles. Cependant, en raison de son niveau élevé d'exigences en matière de financement et de compétences, elle se limitera sans doute à la périphérie des villes. Il s'agit en fait d'une forme d'agriculture périurbaine au sein d'une économie circulaire périurbaine de l'alimentation.

INTRODUCTION

La révolution verte des années 1950 a été l'une des plus grandes réussites de l'humanité : les gains de productivité agricole ont été considérables et l'on estime que la moitié de la population mondiale est en vie grâce à l'utilisation d'engrais de synthèse¹. Avec l'invention des pesticides et des antibiotiques, nous avons réussi à atteindre un niveau de productivité et de fiabilité inédit pour les productions alimentaires. Pourtant, en 2050, nous devrons nourrir 9 à 10 milliards de personnes, ce qui correspond à une augmentation de la production alimentaire d'environ 50 % par rapport aux niveaux actuels².

Or, le système alimentaire mondial actuel est loin d'être « durable » et il est de plus en plus difficile d'augmenter la production : les gains de productivité stagnent et la pression sur les terres cultivables s'intensifie. Nous exploitons aujourd'hui les sols à un rythme estimé à 25 milliards de tonnes par an dans le monde. Or la terre de surface ne se régénère que lentement, ce qui en fait essentiellement une ressource fossile et peut-être la seule que nous ne sommes pas en mesure de remplacer. En outre, le changement climatique, avec la hausse des températures et l'érosion des sols, devrait avoir des effets négatifs sur le rendement de cultures clés telles que le blé et le riz. Le phénomène peut aussi exacerber l'eutrophisation, qui fait déjà des ravages dans les écosystèmes du monde entier.

¹ Our World in Data (2017). Combien de personnes sont nourries par les engrais de synthèse ? <https://ourworldindata.org/how-many-people-does-synthetic-fertilizer-feed>, Consulté le 18 avril 2019

² Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (2018). *L'avenir de l'alimentation et de l'agriculture : Parcours alternatifs d'ici à 2050*. Rome.

Dans ce contexte, l'agriculture urbaine a fait l'objet d'une grande attention ces dernières années. Elle est même souvent présentée comme une des clés pour la construction d'un avenir alimentaire durable. Ses défenseurs soulignent divers avantages : courtes distances de transport, intégration des espaces de vie et de production alimentaire, et potentiel de développement pour les communautés. En outre, il semble possible d'améliorer considérablement sa productivité et ses rendements. Sont également évoquées des solutions intégrées de production alimentaire et d'élimination des déchets ou encore la production d'aliments sur mesure. L'agriculture urbaine pourra-t-elle répondre à tous nos problèmes ?

CONTEXTE : NOURRIR LE MONDE, UN DÉFI DE TAILLE

Aujourd'hui, l'agriculture utilise 70 % de l'eau douce disponible et 50 % des terres fertiles. Responsable d'environ 25 % des émissions de CO2 d'origine humaine, elle a aussi contribué à l'effondrement de la biodiversité, par la conversion des terres et l'usage de pesticides. C'est ainsi que l'humanité a fait disparaître 60 % des espèces mondiales en seulement 50 ans. L'agriculture contribue donc de manière substantielle à la transgression d'au moins quatre des neuf « frontières planétaires », ces critères qui définissent la qualité de l'espace nécessaire à l'existence humaine définis par l'Institut de résilience de Stockholm. Le défi consiste donc à répondre aux besoins de plusieurs milliards de personnes sans créer des conditions écosystémiques irréversibles et inconnues des humains à ce jour, qui seraient certainement inaptes à soutenir notre civilisation³.

Comme le souligne le rapport « Cities and the Circular Economy for Food » publié par la Fondation Ellen MacArthur et SYSTEMIQ début 2019, le système alimentaire mondial entraîne actuellement des coûts sociétaux estimés à 5 700 milliards de dollars par an,

soit un coût de deux dollars pour chaque dollar dépensé pour l'alimentation⁴. On estime à 1 600 milliards de dollars le coût des problèmes de santé associés aux processus de production : 200 milliards de dollars proviennent de la pollution atmosphérique causée par l'agriculture (on estime que 20 % de la pollution de l'air ambiant par les particules, qui cause 3,3 millions de décès prématurés par an, provient de l'agriculture). L'exposition aux pesticides entraîne des coûts sociaux estimés à 900 milliards de dollars, dont 150 milliards dans la seule UE. La surutilisation et la mauvaise gestion des antibiotiques dans le système alimentaire contribuent de manière significative à la résistance aux antimicrobiens, causant environ 300 milliards de dollars de dommages en vies perdues et en soins de santé supplémentaires. Ce dernier problème, en particulier, est appelé à s'aggraver considérablement si aucune mesure n'est prise.

De toute évidence, il ne suffira pas d'optimiser le « système alimentaire » actuel - de la production des intrants à la gestion des déchets en passant par l'agriculture, la distribution, la transformation et la consommation - pour surmonter ces défis. Il n'existe pas une manière unique de résoudre ces problèmes. Nous devons à la fois améliorer radicalement nos méthodes actuelles et en développer de nouvelles. Une révolution agricole est donc nécessaire, pour créer de fait une économie alimentaire régénératrice et circulaire, où la production serait compatible avec des systèmes naturels sains et conçue pour éviter les déchets et la pollution, et où la matière serait utilisée de manière optimale.

Pourtant, différents paramètres indiquent que les efforts visant à limiter les effets néfastes de l'agriculture ont échoué. En réalité, des méta-études menées récemment sur les effets de l'agriculture biologique brossent au mieux un tableau mitigé de ses empreintes environnementales⁵. Parallèlement, des méthodes agricoles plus symbiotiques sont à l'étude, de l'agriculture de conservation et de régénération aux approches agroécologiques et syntrophiques.

³ Le rapport de synthèse de la commission EAT-Lancet, pour une alimentation saine et durable, a été publié le 16 Janvier 2019. Commission EAT-Lancet, pour une alimentation saine et durable (2019). *Une alimentation saine issue de production durable*.

⁴ Fondation Ellen MacArthur (2019). *Cities and the Circular Economy for food*

⁵ Clark, M., et Tilman, D. (2017). Comparative analysis of environmental impacts of agricultural production systems, agricultural input efficiency, and food choice. *Environmental Research Letter 12*

Coût total du système alimentaire mondial, selon la Fondation Ellen MacArthur (2019)

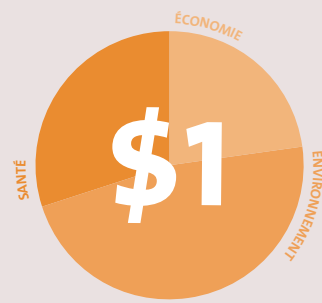
DÉPENSES ALIMENTAIRES



COÛTS SOCIAUX LIÉS À

LA CONSOMMATION

LA PRODUCTION



*Obésité exclue - **Due au régime alimentaire
Basé sur *Cities and Circular Economy for Food analysis* - pour plus de détails, consulter l'annexe technique
Source : https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/Cities-and-Circular-Economy-for-Food_280119.pdf

Schéma 1

Ces concepts, bien qu'ils présentent un potentiel énorme, restent encore à définir et à étudier en profondeur. Jusqu'à présent, il semble que leur réussite dépende principalement du contexte et leur transposition ou extension est souvent délicate. L'idée de les développer de façon massive a de plus causé des débats idéologiques houleux par le passé. Il reste donc beaucoup à faire pour libérer le potentiel des pratiques agricoles alternatives, au service du système alimentaire dans son ensemble.

L'AGRICULTURE URBAINE – UN SIMPLE EFFET DE MODE ?

Parmi ces pratiques alternatives, l'agriculture urbaine apparaît davantage comme un effet de mode qu'une solution révolutionnaire. Peu de données fiables démontrent que l'agriculture urbaine contribue de façon significative aux besoins alimentaires mondiaux. Selon certains, l'agriculture urbaine serait pratiquée par plus de 800 millions de personnes et fournirait jusqu'à un cinquième de l'alimentation mondiale. Pourtant, les données empiriques qui viennent appuyer ces affirmations remontent pour la plupart à des estimations datant du début des années 1990 et portent sur une pratique de l'agriculture conventionnelle de petite dimension ou de « fond de cour »⁶. Depuis cette époque, le monde a radicalement changé et seuls quelques habitants de Pékin ou de Delhi cultivent encore une part importante de leur propre nourriture. Il semble aussi que ces pratiques agricoles s'accompagnent d'inconvénients majeurs (pollution du sol, faible rendement) et ne puissent pas vraiment se développer de façon significative.

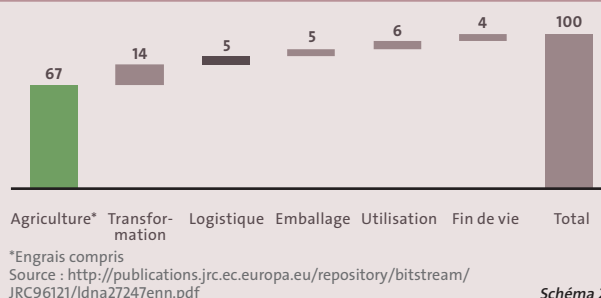
Les dernières estimations du potentiel de l'agriculture urbaine sont bien plus modestes. Une étude récente montre que ce type d'agriculture ne pourrait pas représenter plus de 1 à 3 % de la production alimentaire annuelle mondiale⁷. Les estimations de SYSTEMIQ confirment ces chiffres et nos analyses indiquent qu'il s'agit principalement de légumes.

Bien que très importants pour une alimentation saine et pour la santé à long terme, les légumes, ne suffisent pas à nourrir le monde : les protéines et les calories sont également absolument vitales. Mais comme leurs rendements sont plus faibles, il n'est tout simplement pas rentable de les produire dans un environnement urbain. Et, dans le cas des protéines animales, au-delà des considérations de coûts, il existe d'autres raisons d'éloigner leur production des établissements humains : l'hygiène, la logistique et les nuisances olfactives et sonores.

Dans la majorité des villes, il peut être difficile d'obtenir à un prix raisonnable les terres nécessaires à une agriculture urbaine significative. Comment se procurer des terrains suffisamment vastes dans une vieille ville italienne ou dans une mégalopole tentaculaire d'un pays en transition ? L'accès aux petites surfaces n'est pas forcément plus facile, en raison des règles d'urbanisme, de questions juridiques (notamment en matière de propriété et d'hygiène) et de la concurrence des usages du foncier.

Enfin, l'agriculture urbaine a souvent été présentée comme un moyen de répondre à divers problèmes environnementaux posés

Émissions de CO₂ du système alimentaire européen : part des différents maillons de la chaîne de valeur. La contribution de la logistique est marginale



par la production alimentaire. En particulier, les distances de transport réduites seraient susceptibles de limiter l'empreinte carbone, le recours aux emballages et le gaspillage alimentaire. Il semble effectivement prouvé que pour certaines denrées périssables, comme les légumes aqueux, la proximité entre le site de culture et le lieu de consommation limite le gaspillage. Toutefois, les produits devant tout de même être transportés, il ne faut pas s'attendre à ce qu'une production plus locale réduise de façon drastique les emballages. Enfin, comme la part du transport est assez faible dans l'empreinte carbone des denrées alimentaires, l'argument de la proximité est discutable : selon certaines études, dans l'Union européenne, seulement 5 % des émissions d'équivalent CO₂ du système de production alimentaire proviennent des activités de transport, les deux tiers provenant des processus agricoles eux-mêmes⁸. Alors, l'agriculture urbaine est-elle vraiment une aubaine ?

NON PAS NOURRIR LE MONDE, MAIS NOURRIR LES VILLES AUTREMENT

Peut-être faudrait-il simplement se poser la question de l'agriculture urbaine autrement. Et si, en tenant compte des contraintes de rendement et des volumes attendus pour satisfaire la faim des populations, on faisait fausse route ? Et si l'agriculture urbaine se donnait pour mission non pas de couvrir les besoins alimentaires des villes, mais plutôt de les nourrir d'une autre manière, en améliorant la qualité de l'environnement urbain, en renforçant la résilience climatique et en offrant des espaces pour les communautés locales ?

Aujourd'hui, différents types de production alimentaire sont présentés dans le contexte de l'agriculture urbaine, chacun ayant ses particularités et devant donc être abordé de manière distincte :

- L'agriculture urbaine extensive (qui inclut l'agriculture de « fond de cour » et sur les toits)
- L'agriculture urbaine couverte (serres, y compris sur les toits)
- L'agriculture de haute technologie, verticale et en intérieur (y compris les fermes en containers et en entrepôt)

6 Smit (1996). Urban agriculture, progress and prospect: 1975–2005. The Urban Agriculture Network (TUAN). Cities Feeding People Series, Report 18

7 Clinton et al. (2018). A Global Geospatial Ecosystem Services Estimate of Urban Agriculture. *Earth's Future*, AGU100.

8 Centre commun de recherche de la Commission européenne (2015). Energy use in the EU food sector: State of play and opportunities for improvement. Rapport science et politique du Centre commun de recherche (JRC). doi:10.2790/158316

- L'aquaculture terrestre (élevage de poissons en milieu contrôlé)
- L'aquaponie (élevage de poissons combiné avec l'une des techniques ci-dessus pour des effets symbiotiques)
- L'élevage d'insectes (culture de protéines d'insectes à partir de biomasse comme les biodéchets)
- L'agriculture moléculaire (viande cultivée en laboratoire et production microbienne de composants essentiels tels que les huiles, les vitamines et les protéines).

Notre idée, développée dans le présent article, est que seule la première, c'est-à-dire l'agriculture urbaine extensive, aura un rôle significatif à jouer à l'intérieur des villes (et, dans une certaine mesure sa pratique « cousine », l'agriculture urbaine sous serre). Toutefois, nous pensons que ce rôle sera surtout significatif pour son impact environnemental et social, plutôt que pour la production alimentaire pure. Toutes les autres formes énumérées, certes susceptibles de connaître une croissance exponentielle pour des raisons économiques, se développeraient plutôt à la périphérie des villes et constitueraient donc des formes d'agriculture périurbaine, plutôt qu'urbaine. De fait, il est souhaitable de les aborder sous le vocable d'agriculture en environnement contrôlé (l'AEC) pour clarifier la discussion. Voici pourquoi.

Sur le plan théorique, cet argument correspond à la théorie de l'État isolé formulée en 1826 par l'agronome Johann Heinrich von Thünen. Dans ce modèle, les activités agricoles s'organisent en cercles concentriques autour d'une ville théorique. La distance de chaque produit par rapport au centre urbain est déterminée par la rentabilité de la production. Diverses variables sont à prendre en compte : prix des terrains, coûts de production et de transport et prix de vente. Ce modèle simple montre que, si la culture maraîchère peut être rentable à proximité des villes, l'élevage et l'agriculture ne sont possibles qu'en s'éloignant⁹.

De toute évidence, ce modèle simple ne décrit pas la réalité dans toute sa complexité. En outre, les conditions ont radicalement changé depuis l'époque de Johann Heinrich von Thünen, notamment la baisse considérable du coût des transports et l'invention de la réfrigération. Plus récemment, les systèmes d'éclairage efficaces permettant la croissance des plantes en intérieur, ont encore modifié l'équation. Cependant, une variable clé reste inchangée : le coût du foncier. Dans la plupart des cas, le fait de réduire les distances de transport en cultivant à l'intérieur des villes constitue un avantage marginal, qui ne suffit pas à compenser le prix des terrains. Compte tenu des marges très réduites avec lesquelles travaillent aujourd'hui la plupart des agriculteurs, seuls des terrains inoccupés peuvent convenir, temporairement, pour mener une activité d'agriculture urbaine. C'est le cas aux États-Unis, où l'agriculture urbaine n'a connu une reprise qu'après la crise immobilière des années 2000. Les travaux de l'Institut AMS d'Amsterdam montrent que la pensée de Von Thünen est toujours d'actualité. Au moment de la conception des systèmes alimentaires de la ville d'Almere aux Pays-Bas, l'institut s'est explicitement référé aux principes du modèle von Thünen.

Cette règle s'applique même pour les formes les plus productives d'agriculture en environnement contrôlé. Ces modes de production efficaces ont eux aussi besoin de logistique pour l'approvisionnement, les étapes intermédiaires (comme l'emballage) et la livraison des produits. Compte tenu de la

complexité de la logistique urbaine, c'est encore un argument contre l'installation d'agriculture en environnement contrôlé à l'intérieur des villes. Enfin, ces opérations à forte intensité capitaliste permettent surtout d'effectuer des économies d'échelle, ce qui est compliqué dans le contexte de la densité urbaine. Les questions réglementaires, notamment en matière d'urbanisme, peuvent faire grimper les coûts de commercialisation. En fin de compte, seuls les produits les plus recherchés et les plus périssables justifieraient cet effort supplémentaire. Ainsi, les restaurants haut de gamme cultiveront peut-être leurs propres micro-légumes à l'avenir, mais il est peu probable que les habitants des villes achètent leurs pommes de terre dans une ferme-conteneur derrière leur immeuble.

Dans le même temps, les formes d'agriculture urbaine extensives et sous serre ont généralement un rendement assez faible et nécessitent beaucoup de main-d'œuvre, ce qui ne leur permet pas d'être compétitives face à l'agriculture hautement optimisée et à grande échelle. Mais l'agriculture urbaine présente d'autres avantages que la simple production alimentaire : elle fournit également des services environnementaux et sociaux. La culture sur les toits peut réduire les besoins en climatisation des bâtiments (air conditionné en été, chauffage en hiver). Comme les espaces verts et les toits végétalisés, l'agriculture urbaine peut aussi contribuer à réduire l'effet d'îlot thermique urbain et le ruissellement des eaux pluviales de 60 à 100 %. Cette pratique peut donc retenir l'eau, améliorer le microclimat local et rendre les villes plus résilientes face aux événements climatiques extrêmes. Dans le contexte de l'accélération du changement climatique, ces fonctions sont de plus en plus vitales pour la vie urbaine. Les espaces consacrés à l'agriculture urbaine peuvent également absorber et neutraliser les polluants atmosphériques, améliorant ainsi la qualité de l'air urbain¹⁰. Sachant que la pollution de l'air extérieur figure parmi les cinq principaux facteurs de maladies dans le monde¹¹, c'est un argument de poids.

Modèle Von Thünen simplifié : augmentation du coût du foncier à proximité de la ville

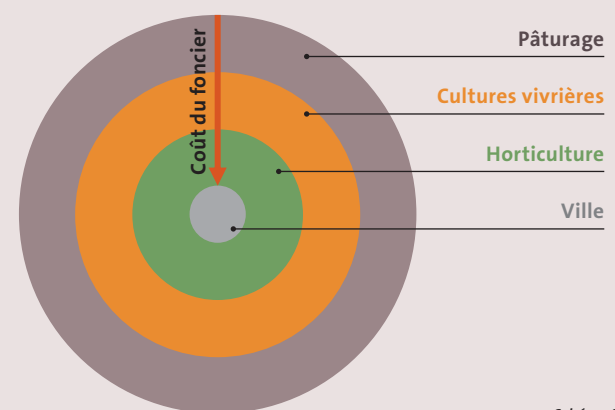


Schéma 3

9 Cf. par exemple : O'Kelly, M. et Bryan, D. (1996). Agricultural location theory: von Thünen's contribution to economic geography. *Progress in Human Geography* 20, 4

10 Michigan State University (2019). Benefits of Green Roofs. <http://www.greenroof.hrt.msu.edu/benefits/index.html>, consulté le 18 avril 2019

11 Institute for Health Metrics and Evaluation (2018). Conclusions de l'étude « Global Burden of Disease », 2017. Seattle. http://www.healthdata.org/sites/default/files/files/policy_report/2019/GBD_2017_Booklet.pdf

Enfin, un dernier argument concerne les insectes et les pollinisateurs. Les populations d'insectes ayant chuté de 40 % au cours des 50 dernières années dans le monde entier¹², l'agriculture urbaine pourrait aider ces acteurs essentiels de nos écosystèmes (dans le cadre d'une action plus vaste et décisive visant à protéger la biodiversité). En résumé, l'agriculture urbaine peut fournir plusieurs services précieux pour l'écosystème dans les centres urbains, en vue de construire des villes saines.

L'étude selon laquelle l'apport de l'agriculture urbaine pourrait représenter entre 1 et 3 % de la production mondiale annuelle souligne également les services rendus aux écosystèmes. Selon les estimations des auteurs, la valeur de la végétation urbaine mondiale adaptée à l'agriculture urbaine est estimée à 33 milliards de dollars par an. Ce chiffre s'explique notamment par les économies d'énergie réalisées, qui peuvent atteindre 15 milliards de kWh, la rétention de 170 000 tonnes d'azote et la lutte contre le ruissellement des eaux pluviales, qui pourrait s'élever à 57 milliards de mètres cubes. Dans un scénario de « mise en œuvre intensive de l'agriculture urbaine », ces services, ainsi que la pollinisation, la régulation du climat, la régénération des sols et la lutte biologique contre les nuisibles, pourraient atteindre 80 à 160 milliards de dollars par an¹³.

Autre avantage tout aussi important de l'agriculture urbaine concerne l'aspect social et psychologique. Les jardins partagés sont une occasion de renforcer les liens communautaires et de créer un sentiment d'utilité et d'appartenance aux quartiers. Dans certaines villes de Chine, l'agriculture urbaine est un moyen d'adoucir la transition culturelle et émotionnelle d'une société essentiellement rurale vers une société fortement urbanisée, d'établir ou de perpétuer des récits de continuité culturelle et d'égalité entre les zones rurales et urbaines. À ce titre, l'agriculture urbaine peut contribuer au maintien ou au renforcement du tissu social. En outre, elle peut constituer une plateforme d'échanges intergénérationnels préservant le patrimoine culturel et l'inclusion des personnes âgées. Elle peut aussi offrir des possibilités d'emploi non commercial. Pour les nombreuses personnes que l'automatisation devrait pousser hors du travail structuré, cet aspect n'est pas négligeable.

L'agriculture urbaine peut aussi être un outil pédagogique pour les écoliers et les adultes. Elle peut ainsi favoriser la compréhension des systèmes naturels et renforcer le soutien à la politique environnementale à long terme. Il y a aussi fort à parier que des populations sensibilisées à la culture des produits soient plus attentives au gaspillage alimentaire (même si certains diront peut-être que ces formations risquent de donner une image trop « romantique » de l'agriculture).

Enfin, les avantages psychologiques des espaces verts et des activités récréatives de plein air, auxquels l'agriculture urbaine peut contribuer, sont largement démontrés. Bien qu'applicable à l'ensemble de la population, le contact avec la nature peut aussi servir des intérêts thérapeutiques. Au Japon, le « bain de forêt » est pratiqué depuis des décennies dans le cadre du programme national officiel de santé, en raison de ses bienfaits avérés. Dans certaines villes, comme Guelph, en Ontario, des « jardins de

guérison » aident d'anciens patients du cancer à se remettre de la maladie.

Comme nous l'avons vu plus haut, il est rare qu'une agriculture urbaine extensive soit rentable pour la production alimentaire. L'intégration d'autres fonctions dans un environnement urbain – comme l'utilisation des lieux à des fins événementielles pour les particuliers ou les entreprises – pourrait contribuer à son financement, mais même dans ce cas, les marges seraient étroites. À ce titre, l'agriculture urbaine doit être exploitée pour des applications précises, comme les jardins de guérison de Guelph, ou dans le cadre d'un projet communautaire entièrement non commercial.

L'agriculture urbaine peut aussi soutenir le commerce d'une autre manière, via ce que l'on appelle en Chine « la méthode du pommeau de douche ». Après le boom des centres commerciaux dans de nombreuses villes chinoises, comme en Occident, le commerce en ligne a mis une très forte pression sur le commerce de détail. La création d'espaces verts et récréatifs sur les toits offre un moyen d'attirer des visiteurs. Après avoir découvert les espaces verts des toits, les clients sont redirigés vers les boutiques où l'on espère qu'ils auront envie de mettre la main au portefeuille : c'est une forme moderne d'économie par ruissellement, qui pourrait réellement fonctionner. L'agriculture urbaine peut ainsi être subventionnée par la hausse des recettes dans les magasins affiliés et cofinancée par l'intermédiaire de cafés et de restaurants intégrés aux espaces et de cours de jardinage occasionnels. La production alimentaire passe ici au second plan.

Compte tenu de leur potentiel pour les écosystèmes et la société, les installations d'agriculture urbaine pourraient être considérées comme un service public et, à ce titre, être (co-)financées par des fonds publics. Toutefois, le fait de dépendre des fonds et des politiques publics limite l'extensibilité de l'agriculture urbaine. Pour attirer d'autres investissements privés, il faudrait prévoir des activités économiques en lien avec d'autres nuisances, telles que la pollution de l'air ou la pollution sonore. Toutefois, il conviendrait au préalable d'évaluer la création de valeur environnementale et/ou sociale de l'agriculture urbaine. L'économie circulaire pourrait offrir le cadre approprié. En tant que telle, une économie circulaire pour l'alimentation pourrait contribuer à promouvoir l'agriculture urbaine.

AGRICULTURE EN ENVIRONNEMENT CONTRÔLÉ : UN DÉVELOPPEMENT À FORT IMPACT EN DEHORS DES VILLES

Contrairement aux approches de l'agriculture urbaine décrites précédemment, les techniques d'agriculture en environnement contrôlé telles que l'agriculture verticale, l'aquaponie et l'agriculture moléculaire sont conduites en intérieur et dans des conditions contrôlées, isolées du monde extérieur. Par conséquent, elles ne requièrent ni lumière solaire ni sols fertiles, ce qui permet de les mettre en œuvre à l'intérieur des bâtiments ou en sous-sol. En outre, elles se distinguent de l'agriculture urbaine « conventionnelle » par une utilisation plus rationnelle des intrants et par des rendements plus élevés. En toute logique, elles fournissent peu de services environnementaux et sociaux, voire pas du tout.

¹² Sánchez-Bayo, F., and Wyckhuys, K.A.G. (2019). Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation* 232

¹³ Clinton et al. (2018). A Global Geospatial Ecosystem Services Estimate of Urban Agriculture. *Earth's Future*, AGU100



Exploitation City Garden installée sur le toit du centre commercial de Jinqiao, à Shanghai - ©Nannan Dong, Université de Tongji

Si l'agriculture en environnement contrôlé est aujourd'hui envisageable, c'est notamment grâce à des innovations technologiques récentes telles que l'éclairage LED, la baisse des prix des capteurs et le *machine learning*. Nombre de formes d'AEC ont reçu une attention considérable au cours des dernières années. Les fabricants de système d'éclairage allemands et néerlandais Osram et Philips dédient le travail de départements entiers au développement et au déploiement de ces innovations. Les sociétés de capital-risque et les investisseurs ont également commencé à s'y intéresser. Par exemple, en 2018, l'opérateur américain d'agriculture verticale Plenty a réussi à lever 200 millions de dollars en capital-risque et à obtenir le soutien de Jeff Bezos, fondateur d'Amazon¹⁴.

Néanmoins, comme nous l'avons déjà dit, ces pratiques ne devraient pas être considérées, à proprement parler, comme des formes d'agriculture urbaine. Non seulement elles ont, par définition, une interaction très limitée avec leur environnement, lequel n'a donc pas besoin d'être urbain ; mais encore, d'un point de vue strictement commercial, les exploitants n'ont aucun intérêt à s'installer au cœur des villes, où le foncier est plus cher. Ils gagnent même à s'implanter autour des villes, sur des sites dont les capacités logistiques leur permettent de desservir aisément les grands espaces commerciaux. On peut donc ranger les pratiques de l'agriculture en environnement contrôlé dans la catégorie de l'agriculture périurbaine (APU). Évoquer l'agriculture en environnement contrôlé dans le cadre de l'agriculture urbaine semble donc à la fois trompeur et préjudiciable à la bonne compréhension de l'agriculture urbaine (AU) et de l'AEC/APU.

L'engouement autour de l'AEC et de l'AU, ainsi que l'assimilation des deux concepts, sont probablement dus, en partie, à la possibilité d'installer à peu près partout des fermes-containers, qui sont devenues ces dernières années l'une des icônes de l'AEC. Toutefois, la maturation technologique risque fort de les reléguer au rang de phénomène de niche ou de dispositif expérimental en raison des faibles économies d'échelle qu'elles autorisent. En

effet, les unités de contrôle et la gestion du climat constituent des éléments clés de l'agriculture de haute technologie. Le coût unitaire des légumes récoltés dans les fermes-containers est quatre à dix fois plus élevé que dans les serres traditionnelles, un facteur qui devrait entraver leur viabilité commerciale à long terme.

En même temps, l'AEC présente un avantage non négligeable par rapport à l'agriculture conventionnelle : celui de réduire considérablement la pression sur les écosystèmes naturels. Une étude commandée par le secteur et menée par le cabinet de conseil KPMG indique que, pour la culture de salade, les effets socioéconomiques positifs nets de l'agriculture verticale en intérieur par rapport à l'agriculture conventionnelle s'élevaient, pour la ville de New York, à 322 millions d'euros par an. Ces bénéfices incluent des rendements nettement plus élevés, des économies d'eau de 98 %, une baisse des pertes alimentaires de 23 % et une réduction des besoins en engrais de 60 %. En outre, l'étude tient également compte d'une diminution de 99 % dans l'utilisation des terres et des 7 000 tonnes d'émissions de CO₂ évitées. Ces bénéfices sont contrebalancés par des pertes économiques liées à une création d'emplois moindre¹⁵.

Cependant, l'utilisation de l'eau, de la terre et des intrants ne correspondent pas à des facteurs différenciants pour tous les pays du monde. Ce sont même les besoins énergétiques relativement élevés de l'AEC qui ont suscité la critique (et entraîné des problèmes économiques). En fait, la demande en énergie de l'AEC à périmètre constant est jusqu'à dix fois plus élevée que pour les serres et l'écart est encore plus important avec l'agriculture en extérieur. De ce fait, le recours aux énergies renouvelables et faibles en carbone telles que la chaleur résiduelle est primordiale pour limiter l'empreinte carbone de l'AEC.

À l'heure actuelle, les principaux effets climatiques néfastes de l'agriculture ne sont pas issus de la consommation directe d'énergie, mais des émissions de N₂O (oxyde nitreux) provenant des processus biochimiques du sol, de la conversion des terres et de la consommation d'énergie en amont, notamment pour la production des engrais. Cette dernière contribue à elle seule à 3 % de l'équivalent CO₂ (eCO₂) car elle s'appuie sur le procédé Haber-Bosch¹⁶, très énergivore. Si l'AEC était conduite avec des sources d'énergie neutres en carbone, son empreinte réduite pour les autres sources d'eCO₂ pourrait la rendre plus respectueuse du climat que l'agriculture conventionnelle.

Si l'impact climatique de l'AEC est donc modulable et peut même être positif, il n'en va pas forcément de même pour les coûts. Exigeant des investissements importants et des connaissances poussées, l'AEC donne lieu à de nombreuses expérimentations techniques sur le terrain. Pour cette raison, peu d'entreprises spécialisées sont en mesure de poursuivre leurs activités très longtemps. Les seules qui s'inscrivent dans la durée sont celles qui ont réussi à compenser les besoins élevés en énergie et en capital par des bénéfices plus importants liés aux conditions locales. Parmi celles-ci figurent les conditions climatiques extrêmes (comme les conditions désertiques régnant aux Émirats

¹⁴ Bloomberg Technology (2017). Le SoftBank Vision Fund investit 200 millions de dollars sur l'agriculture en intérieur. Par Selina Wang, 19 juillet 2017. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2017-07-19/softbank-s-vision-fund-leads-200-million-bet-on-indoor-farming>, Publication consultée le 18 avril 2019

¹⁵ OSRAM (2018). The value proposition. <https://www.osram-group.com/en/innovation/value-proposition>, Publication consultée le 18 avril 2019

¹⁶ Zhang, S. (2017). Une réaction chimique a révolutionné l'agriculture il y a cent ans. Aujourd'hui, il faut passer à autre chose. Magazine *Wired*, Science. <https://www.wired.com/2016/05/chemical-reaction-revolutionized-farming-100-years-ago-now-needs-go/>, Publication consultée le 18 avril 2019

arabes unis), une énergie particulièrement abordable (comme en Islande, où le chauffage et l'électricité sont quasi-gratuits) ou un très fort enjeu de manque d'espace (comme à Tokyo ou à New York). Dans toutes ces régions, l'AEC fonctionne avec succès. Par exemple, depuis 2015, la société Innovatus basée à Tokyo livre 12 000 salades par jour depuis le centre-ville jusqu'aux quartiers périurbains.

Même si, en théorie, la plupart des légumes se prêtent à l'AEC, les acteurs se sont pour l'instant focalisés sur des produits très périssables à forte valeur ajoutée, comme les légumes-feuilles, les herbes aromatiques et les fruits rouges (ainsi que la marijuana). Le choix est notamment lié au cycle de croissance plutôt court de ces produits, sachant que certains exploitants AEC affirment atteindre 60 cycles de récolte par an. Ceux-ci permettent de réduire les besoins énergétiques spécifiques, de s'adapter rapidement à la demande et de diminuer les risques de contamination ou dommages par les nuisibles et les conséquences d'un mauvais dosage d'intrants. En outre, les pertes sont réduites au minimum en cas de problème, car la récolte suivante arrive à peine une semaine plus tard. Par ailleurs, les légumes-feuilles présentent d'autres avantages non négligeables, notamment la possibilité de vendre la quasi-totalité de la production, une valeur marchande élevée et des gains d'efficacité potentiels considérables par rapport aux pratiques conventionnelles.

Ces éléments donnent à penser que les modèles économiques des exploitations verticales en sont encore à leurs balbutiements et qu'ils comportent encore des risques. Il faudra identifier de nouvelles économies d'échelle et acquérir de nouvelles connaissances techniques et agronomiques avant de pouvoir proposer une gamme plus large de produits à un coût accessible. Il reste notamment à déterminer si les avantages intrinsèques peuvent être maintenus avec des cultures où seule une partie de la plante est commercialisée.

Dans l'élevage d'insectes, le passage d'une petite exploitation intensive à une production industrielle à grande échelle s'avère tout aussi délicat. Comme dans toute activité d'élevage, il faut tenir compte de la santé de son cheptel et optimiser les systèmes. Le changement d'échelle et la commercialisation requièrent encore une phase de développement. Ce type d'AEC pourrait bien être le plus compatible avec la philosophie de l'économie circulaire, car des insectes tels que les larves de grillons et de mouches soldats noires peuvent être élevées sur une large gamme de matières organiques, notamment les biodéchets. Tel est le principal avantage économique : la possibilité de recourir à des matières premières bon marché, voire de se faire rémunérer pour les éliminer.

L'aquaponie, quant à elle, constitue une pratique piscicole offrant une utilisation très rationnelle des intrants. Dans ces systèmes, les effets symbiotiques de la production de poissons et de légumes en circuit fermé offrent de nombreux avantages en matière de purification de l'eau, d'utilisation d'intrants (aliments et engrais) et de diversification des sources de revenus. Toutefois, la mise en pratique d'une théorie apparemment vertueuse pose souvent des problèmes. À l'instar des véhicules hybrides, ces systèmes très complexes s'avèrent souvent décevants d'un point de vue économique. Mais le prix élevé de poissons garantis sans contamination et sans antibiotiques permet de compenser ces inconvénients.

Enfin, parmi toutes les solutions déjà envisagées, c'est l'agriculture moléculaire qui pourrait avoir les effets les plus marquants sur le développement durable au sens large si elle venait à remplacer le bœuf et le poisson. Cantonnés aux laboratoires, ces procédés en sont encore à un stade exploratoire. De ce fait, les coûts s'avèrent encore très élevés. Par exemple, la société Mosa Meat, basée à Maastricht, connue pour avoir produit le premier « burger de laboratoire » moyennant 250 000 dollars, aspire à le commercialiser prochainement à un prix équivalant à neuf fois celui de son équivalent conventionnel. À long terme, l'entreprise néerlandaise s'attend à voir chuter les coûts de production en-deçà de ceux de la viande d'abattage. Ces producteurs sont convaincus qu'en se développant à grande échelle, les gains d'efficacité en amont seront supérieurs à ceux de l'élevage conventionnel. Cette prédiction semble crédible quand on connaît le manque d'efficacité extrême de la production de bœuf. Par ailleurs, le remplacement de la viande de porc et de poulet, à l'efficacité trophique plus élevée, par de la viande de culture dans des conditions économiques et environnementales rationnelles, reste à démontrer.

En somme, les différentes formes d'AEC proposent toute une série d'avantages par rapport aux méthodes de production actuelles mais, dans la plupart des cas, leur manque de maturité et de solidité économique fait obstacle à la pénétration du marché grand public. Avant toute chose, elles devront résoudre les problèmes posés par leurs besoins en énergie et en capital. Ce surcoût peut être compensé à moyen terme par une hausse substantielle de l'efficacité, des sources de revenus supplémentaires et des prix correspondant à leurs performances écologiques et sanitaires supérieures à celles des produits conventionnels. Le recours extensif aux déchets et aux énergies renouvelables constitue une condition *sine qua non* pour ce scénario, mais il débouchera réellement sur une abondance de nourriture quand la réduction des coûts associée aux énergies renouvelables se concrétisera. On peut donc s'attendre à ce que plusieurs types d'AEC progressent considérablement au cours des prochaines décennies et que, contrairement à l'agriculture urbaine, elles contribuent de façon significative à l'approvisionnement alimentaire mondial.

Conceptualisation de l'AEC au sein du système alimentaire périurbain, permettant de rétablir un lien entre les villes et leur périphérie

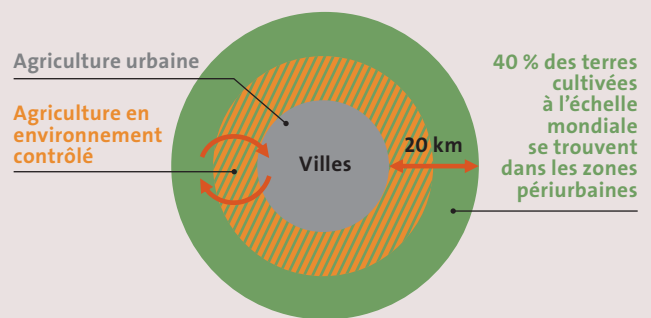


Schéma 4



Exposition du modèle taiwannais de ferme verticale YesHealth Farm
©Association for Vertical Farming

LA BOUCLE EST BOUCLÉE. RELIER AGRICULTURES URBAINE ET PÉRIURBAINE DANS UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE ALIMENTAIRE

À l'heure actuelle, 40 % des terres cultivées sont situées à moins de 20 km des villes¹⁷, notamment en raison de la fondation historique de ces dernières au cœur de zones fertiles. De ce fait, c'est dans ce périmètre qu'est créée une grande partie de la valeur ajoutée du secteur agricole, un élément à prendre en compte pour la promotion de l'agriculture urbaine. Aujourd'hui, le développement urbain et l'artificialisation des terres menacent non seulement les espaces cultivés mais aussi les communautés et les sols fertiles. En parallèle, l'urbanisation a entraîné une accentuation de la dichotomie ville-campagne en termes de revenus et d'attractivité culturelle. En s'intégrant au paysage agricole périurbain, l'AEC pourrait aider à retisser les liens entre les communautés périurbaines et les centres urbains sur les plans culturel, matériel et économique. En approvisionnant les villes en produits frais, elle pourrait constituer une source de revenus pour les zones périurbaines, qui subissent des pressions économiques depuis des années. Grâce à son utilisation plus rationnelle des intrants, l'AEC pourrait également profiter aux citoyens, qui verraient diminuer les effets de l'agriculture sur la qualité de l'air et de l'eau, et soulager le stress hydrique. Ils pourraient également recycler et valoriser les nutriments provenant des déchets organiques urbains et contribuer ainsi à une utilisation circulaire plus productive de la matière organique.

Jusqu'à présent, cette dernière activité n'est pas rentable dans la plupart des cas et il n'existe pas de marché réglementé pour les produits fertilisants qui en résultent. Faut de standards et de labels clairs, il s'avère difficile pour les producteurs (potentiels) d'exiger le surcoût nécessaire à une compensation des frais additionnels¹⁸. Étant donné cette absence de marché normalisé et l'expérience limitée avec ces fertilisants innovants, leur utilisation représente une hausse des coûts et des risques pour les exploitants AEC. Il convient donc de développer séparément la valorisation des nutriments, de façon à offrir une qualité contrôlée et normalisée. Une fois que cela sera possible, les niveaux élevés de pureté (par exemple, pour les engrais phosphatés récupérés) conviendraient aux points de vente des AEC (faible contamination garantie, respect de l'environnement) et justifieraient une hausse des prix. Cela faciliterait ensuite la mise en place d'une relation plus symbiotique entre les villes et leurs alentours : une sorte d'économie circulaire périurbaine des denrées alimentaires.

CONCLUSION

NOUS VOICI EN 2039. UN SYSTÈME ALIMENTAIRE CIRCULAIRE DURABLE BASÉ SUR L'AGRICULTURE COMMUNAUTAIRE URBAINE ET L'AGRICULTURE PÉRIURBAINE DE HAUTE TECHNOLOGIE.

Dans un monde en proie à des chocs climatiques de plus en plus réguliers et extrêmes, où de nombreux écosystèmes sont devenus instables en raison du déclin accéléré de la biodiversité, les gouvernements et le secteur privé ont œuvré à la promotion de l'agriculture haute technologie et de l'agriculture régénérative. Les intrants agricoles sont utilisés plus efficacement que dans les années 2020 grâce à des mesures précises en temps réel et à des méthodes agricoles largement automatisées. Pour lutter contre les nuisibles, des connaissances agronomiques approfondies permettent de recourir à des moyens naturels et mécaniques qui ont rendu quasi-obsolètes les pesticides de synthèse. Les gouvernements accordent une attention prioritaire aux mesures de protection de la flore et de la faune restantes, et l'accapement des terres a été globalement arrêté au moins dans les pays développés tels que l'Union européenne, l'Indonésie et la Chine, grâce à la mise en place de mesures draconiennes.

Dans les villes, de nombreux toits et espaces libres sont mis à profit pour cultiver des légumes à l'échelle locale et créer des lieux de détente, ainsi que pour absorber les précipitations rares mais intenses et atténuer les températures caniculaires de l'été. Les enfants apprennent l'histoire des écosystèmes naturels et des techniques agricoles. Dès l'école élémentaire, on leur explique les raisons pour lesquelles les méthodes d'élevage inefficaces, peu respectueuses de l'environnement et moralement contestables ont été abandonnées au début du 21^e siècle. Fort heureusement, après avoir perdu en rentabilité par rapport aux nouvelles méthodes de production, ces pratiques ont progressivement vu diminuer leur importance économique. Une fois privées du soutien politique, elles ont même été interdites par la loi. Aujourd'hui, la plupart des produits carnés sont fabriqués in-vitro à partir d'un substrat conforme aux spécifications du consommateur. Seuls les agriculteurs de subsistance et les plus fortunés continuent de manger de la viande d'abattage et du gibier.

Le poisson est produit en intérieur de façon industrielle. Même si cela pose des problèmes éthiques qui font l'objet de discussions publiques, tout le monde s'accorde à penser que cela reste de loin la meilleure alternative à la pêche en haute mer, qui a pratiquement conduit à l'effondrement de l'écosystème océanique. Les élevages d'insectes fournissent des protéines de grande qualité aux exploitations piscicoles et convertissent les sous-produits des activités agricoles en nutriments précieux pour les plantes.

Quant aux légumes, ils sont cultivés pour la plupart dans de grandes installations automatisées situées en périphérie des villes. Ils sont produits à la demande et livrés le jour même à domicile. Les quelques intrants dont ils ont besoin proviennent en grande partie des flux de déchets urbains, allant de l'eau au substrat, en passant par les nutriments essentiels des plantes.

En abandonnant les écosystèmes naturels au profit des environnements contrôlés, l'agriculture s'est donné les moyens de nourrir la population mondiale tout en contribuant à arrêter l'effondrement des écosystèmes. Ou presque...

¹⁷Fondation Ellen MacArthur (2019). *Cities and the Circular Economy for food*

¹⁸ Yara (2019). Veolia et Yara ont uni leurs forces pour impulser l'économie circulaire en Europe. <https://www.yara.com/corporate-releases/veolia-and-yara-partner-to-propel-european-circular-economy/>, Publication consultée le 19 avril 2019