

GREDI
Groupe de Recherche en Économie
et Développement International



Cahier de recherche / Working Paper
20-02

**Agriculture urbaine, pratiques agricoles et impacts
environnementaux et de santé publique**

Maëlle TRIPON
Dorothée BOCCANFUSO
Marie-Eve YERGEAU



UNIVERSITÉ DE
SHERBROOKE

AGRICULTURE URBAINE, PRATIQUES AGRICOLES ET IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET DE SANTE PUBLIQUE

M.Tripon^{*}, D. Boccanfuso[†] et M.-E. Yergeau^{‡§}

Résumé : Une revue de littérature des typologies de modèles d'agriculture urbaine (AU) et de leurs contextes de mise en place est présentée, ainsi que des besoins de production et des impacts de l'AU. Il décrit tout d'abord les différentes stratégies qui permettent de s'adapter aux spécificités de la géographie urbaine, au contexte local et aux objectifs des agriculteurs : niveau d'intégration aux bâtiments, cultures hors-sols ou dans le sol, taille, nouvelles technologies et régime foncier (légalité de la parcelle). La composition interne des parcelles, et notamment la diversité d'espèces, varie aussi selon le contexte biophysique et la finalité de l'exploitation (agriculture commerciale ou non). Le document s'attarde ensuite sur les limites pouvant impacter la productivité d'une parcelle en AU, particulièrement l'accès limité à des sols, de l'eau et de l'air de bonne qualité (non pollués). Certaines solutions peuvent être mises en place : usage de compost, différentes sources d'eau, plantes filtrantes, etc. L'AU peut avoir des impacts négatifs sur les écosystèmes et la santé humaine (pollution, maladies, etc.) mais elle peut aussi permettre des améliorations (réduction des îlots de chaleur, corridors verts, etc.), selon ses méthodes de gestion. Enfin, une analyse SWOT de l'AU est proposée, ainsi qu'une série de recommandations relatives aux modalités de mise en place de l'AU.

Mots-clés : Agriculture urbaine, impacts environnementaux, typologie agronomique, pratiques de gestion, régime foncier, santé publique

Code JEL : D23, K32, I18, O13

* Etudiante en Maîtrise en environnement – Université de Sherbrooke - Maelle.Tripon@USherbrooke.ca

† Professeure – Chercheure GREDI – Université Mohammed VI Polytechnique – dorothee.BOCCANFUSO@UM6P.ma

‡ Économiste – Bureau de l'économiste en chef – Affaires Mondiales Canada – marie-eve.yergeau@international.gc.ca

§ Les auteures remercient le Bureau de l'économiste en chef à Affaires Mondiales Canada pour son soutien financier. Cependant, les opinions exprimées dans cet article sont celles des auteures.

Table des matières

Sommaire	i
Liste des figures	iii
Introduction	1
1. Diversité des modèles d'agriculture urbaine	2
1.1 Facteurs spatiaux	2
1.1.1 Géographie urbaine	2
1.1.2 Régime foncier	5
1.2 Organisation sociale et agricole	7
1.2.1 Objectifs des agriculteurs	7
1.2.2 Choix des cultures	9
1.3 Conclusion partielle	11
2. Gestion des ressources et impact environnemental	13
2.1 Répondre aux besoins de la production	13
2.1.1 Sols	13
2.1.2 Eau	15
2.1.3 Air	16
2.1.4 Productivité	16
2.2 Impacts sur l'environnement et sur la santé publique	18
2.2.1 Pollution	18
2.2.2 Écosystèmes	19
2.3 Conclusion partielle	20
3. Analyse SWOT	22
4. Recommandations	24
Conclusion	27
Bibliographie	28
Annexe 1 : Tableau récapitulatif des types d'AU et APU	i
Annexe 2 : Liste de quelques légumes traditionnels cultivés au Mali	ii

Liste des figures

Figure 1 Diversité des modèles d'AU et facteurs d'influence 12

Figure 2 Interactions entre AU et ressources naturelles 21

Figure 3 Analyse SWOT de l'AU..... 22

Introduction

La FAO définit l'agriculture urbaine (AU) et périurbaine (APU) comme étant la culture de plantes ou l'élevage d'animaux dans ou aux alentours d'une ville. L'AU est aujourd'hui considérée comme un des moyens pour assurer la sécurité alimentaire. Cette question est préoccupante, au vu de l'augmentation du nombre d'urbains et de leurs besoins en nourriture (FAO, s. d.), aussi bien dans les pays développés et en développement (Dixon, Donati, Pike et Hattersley, 2009). Toutefois, la définition d'AU demeure vague et non consensuelle. En effet, le concept de ville n'est pas défini de la même façon selon les pays et selon les critères choisis (démographie, infrastructures, géographiques, etc.) (Moustier et Fall, 2004). Ce flou sémantique se renforce encore quand il s'agit de définir l'agriculture périurbaine, à cause de la définition également floue de périurbain : cette zone est souvent définie en matière de manques (manques d'aspects ruraux tels que le sol fertile, les terres agricoles, etc., et manques d'aspects urbains tels que la forte densité de population, les services et infrastructures, etc.) et non de caractéristiques propres. De plus, c'est un espace en constante transition, contenant de nombreux écosystèmes et groupes sociaux différents. (Allen, 2003)

Il est difficile de donner des chiffres exacts sur l'extension de l'AU. Peu d'études ont été menées actuellement. En 1993, on estimait à 800 millions le nombre de fermiers engagés dans l'AU dans le monde (Smit, Nasr et Ratta, 2001). Dans les pays en développement, 25 à 30% des urbains seraient investis dans le secteur de l'agroalimentaire (Orsini, Kahane, Nono-Womdim et Gianquinto, 2013). Aujourd'hui, des techniques modernes, comme la télédétection, pourraient être utilisées pour évaluer la surface occupée par l'AU et l'APU (Apeaning Addo, 2010), mais cela n'a pas encore été mené mondialement. En Afrique, l'AU est souvent sous-estimée, bien qu'elle soit présente dans toutes les grandes villes. En effet, même si c'est un objet d'étude récent, l'AU est pratiquée depuis longtemps et prend un grand nombre de formes. (Yang et Keding, 2009) Ces différents types d'AU sont influencés par de nombreux facteurs, et n'ont pas tous les mêmes impacts. Il est utile d'étudier des typologies d'AU pour prendre en compte leur diversité et pouvoir les comparer.

La première partie s'intéressera donc aux différents types d'AU, influencés par la géographie urbaine, les objectifs des producteurs et les formes de production. La seconde partie soulignera les impacts sur l'environnement et la santé publique.

1. Diversité des modèles d'agriculture urbaine

L'AU est caractérisée dans tous les pays par de fortes contraintes, dues au milieu urbain : la compétitivité avec les autres usages entraînant un manque d'espace et de sol fertile (Pearson, Pearson et Pearson, 2010). Toutefois, elle peut prendre de multiples formes, qui varient selon les contextes culturels, sociologiques, politiques, géographiques et biophysiques. En effet, les politiques publiques, notamment par le régime foncier, ont un rôle important dans la façon dont se développe l'AU (Robineau, 2015) (partie 1.1). Le contexte socioéconomique et les objectifs des producteurs peuvent également impacter les formes de culture et d'organisation (partie 1.2). Enfin, les habitudes culturelles et les conditions biophysiques vont fortement orienter les formes de production mises en place (partie 1.3).

1.1 Facteurs spatiaux

La ville est un milieu particulier, qui se caractérise par une haute densité de bâtiments et le manque d'espace disponible. L'AU doit donc s'adapter aux caractéristiques particulières de la géographie urbaine (Mougeot, 2000). Le régime foncier et les politiques de zonage municipal vont également avoir une forte influence sur la façon dont va se développer l'AU (Lynch, Binns et Olofin, 2001).

1.1.1 Géographie urbaine

Le **manque de place** en milieu urbain est le premier facteur influençant fortement les formes d'AU et ayant entraîné de nombreuses stratégies d'adaptation différentes. En effet, il est nécessaire de trouver des solutions pour pouvoir produire une quantité convenable de nourriture, en ayant des ressources en sol limitées. (Eriksen-Hamel et Danso, 2010)

Plusieurs pistes peuvent être exploitées dans le traitement de l'espace de culture et sur la façon dont celles-ci s'intègrent dans les bâtiments. Une classification générale distingue quatre types d'AU : les cultures en sol conditionnées (serres, container, etc.), les cultures en sol non conditionnées (jardins, fermes, etc.), les cultures intégrées dans les bâtiments et non conditionnées (culture en terrasse ou sur le toit, par exemple), les cultures intégrées dans les bâtiments et conditionnées (hydroponie, par exemple, c'est-à-dire la culture sur un substrat de sol). Les espaces conditionnés sont des espaces fermés, comme des serres ou des bacs, à l'opposé des systèmes ouverts, comme des jardins. (Goldstein, Hauschild, Fernandez et Birkved, 2016) Les producteurs s'orienteront vers l'une ou l'autre de ces formes selon l'espace alloué disponible et leurs moyens. En effet, les cultures en sol nécessitent plus de place et des terres fertiles. En général, les cultures conditionnées nécessitent plus d'énergie et, donc, d'investissement (O'Sullivan, Bonnett, McIntyre, Hochman et Wasson, 2019). De même, si l'intégration des cultures aux

bâtiments permet d'économiser de l'espace et d'améliorer le bilan énergétique des bâtiments, notamment des plus anciens (Castleton, Stovin, Beck et Davison, 2010), les investissements initiaux sont plus importants (ressources en eau et en terre). Les conditions locales vont influencer sur les coûts, la faisabilité et les impacts de ces différentes techniques. Ces grandes catégories permettent d'englober en réalité de multiples formes d'AU.

Ainsi, l'Association pour l'Agriculture verticale (*Association for Vertical Farming*) propose une typologie intéressante des systèmes intégrés aux bâtiments. Au-delà des caractéristiques de taille et du type d'acteurs y prenant part, ils distinguent trois formes d'intégration du système agricole : holistique (c'est-à-dire que les composants de production ont souvent été intégrés lors de la conception du bâtiment, construit pour accueillir de l'AU. Il peut par exemple s'agir de fermes hydroponiques fermées), réaménagé (quand certains endroits du bâtiment sont réutilisés, comme les toits) et converti (quand certains éléments du bâtiment sont remplacés par la nourriture, comme les murs végétaux). Ces systèmes peuvent être placés dans différents endroits : sur les toits, à l'intérieur des édifices, sur la façade, sur le sol ou sous-sol. Ils peuvent être ouverts, clos (laissant entrer la lumière du soleil), fermés (sans lumière solaire) ou posséder un éclairage artificiel. (*Association for Vertical Farming e.V*, s. d.-b) Ils peuvent prendre de nombreuses formes : jardinières, cultures en conteneur, jardins sur les toits, etc. (Yang et Keding, 2009). Une des formes les plus étudiées aujourd'hui est la culture sur les toits, particulièrement présente dans les villes développées. En effet, les toits verts sont vus comme une solution pour réduire les îlots de chaleur et la pollution aérienne, ainsi qu'améliorer les performances environnementales des bâtiments (Boucher, 2006). Ils ne sont pas tous productifs puisqu'ils peuvent aussi être composés d'herbacés et de plantes ornementales, demandant moins d'entretien. Il existe des systèmes intensifs, demandant des substrats de croissance dépassant généralement 300 mm de profondeur, et extensifs, avec des substrats de croissance de moins de 150 mm (HUI, 2006). Un substrat désigne le milieu de culture de la plante. Il peut être composé de facteurs biotiques, c'est-à-dire vivants (terre, compost, etc.), comme abiotiques, c'est-à-dire non vivants (sable, roche, etc., notamment dans le cas de cultures hydroponiques) (*Association for Vertical Farming e.V*, s. d.-a). Ces caractéristiques impacteront les espèces de plantes pouvant y être plantées (profondeur des racines) (HUI, 2006).

De nombreuses autres formes de systèmes innovants se développent, dans les bâtiments, dans des espaces verts ou en périphérie des villes. Ils cherchent à pallier l'espace limité et la rareté des ressources (sols, eau). Ils sont particulièrement utiles dans les zones possédant peu de sols fertiles et d'eau douce (FAO, 2019a). Ainsi, les systèmes hydroponiques biologiques sont des cultures prenant place sur des

substrats organiques, apportant les nutriments et les sels minéraux nécessaires à la plante. Ils peuvent être effectués dans des sols présentant une très faible fertilité et sans agrochimie. (Orsini et al., 2013) Ces techniques sont notamment très développées dans les jardins à Cuba (Orsini et al., 2013) et commencent à se répandre aux États-Unis où ils prennent à l'intérieur des bâtiments ou sous serre (Viljoen et Bohn, 2012). Des systèmes d'aquaponie se développent également. Ils sont composés de systèmes d'aquaculture et d'hydroponie combinés. Les plantes sont cultivées hors sol et irriguées par de l'eau provenant des aquariums. Les gros éléments sont tout d'abord retirés de l'eau, qui est ensuite biofiltrée pour retirer l'ammoniaque et le nitrite (toxiques). Les plantes reçoivent ainsi l'eau filtrée et grandissent grâce aux nutriments secrétés par les poissons ou leurs déchets. Ils demandent d'importants infrastructures et investissements. (Rakocy, Masser et Losordo, 2016)

L'AU prend aussi souvent la forme de culture en jardins. On peut distinguer les jardins privés, qui dépendent d'un seul propriétaire, des jardins communautaires, dont l'utilisation est partagée. La culture en jardin privé est une des formes d'AU la plus répandue dans le monde. Elle est souvent moins présente dans les zones pauvres, dans lesquelles les maisons sont plus petites et denses, et ne possèdent pas de jardin ou de cour intérieure. (Yang et Keding, 2009) C'est cependant un outil régulièrement utilisé pour assurer la sécurité alimentaire dans des zones vulnérables. Ainsi, la FAO a développé des projets de microjardins au Cameroun et au Sénégal (FAO, 2017). Ces jardins, d'environ 1,5 m², permettent de cultiver une grande diversité de légumes, dans des lieux n'ayant pas forcément de jardins puisqu'ils sont installés dans des cadres en bois surélevés (FAO, 2010). Les jardins communautaires peuvent prendre de nombreuses formes, de coopératives organisées à des associations de civils, et peuvent être une solution utilisée pour pallier le manque d'espace dans les lieux d'habitation privée. Ainsi, à Cuba, ces jardins populaires se sont mis en place au sein des décharges publiques et des terrains vacants. (Altieri et al., 1999)

Enfin, de véritables fermes prennent place, souvent dans les espaces périurbains, car elles nécessitent de plus grandes surfaces de terre (souvent plus de deux hectares) (Altieri et al., 1999). Elles sont semblables à des systèmes d'agriculture traditionnelle et peuvent même, dans le cadre d'une agriculture commerciale, prendre la forme de monoculture. Les systèmes d'élevage se trouvent également généralement dans les espaces périurbains.

L'ensemble de ces systèmes est résumé dans un tableau en Annexe 1.

1.1.2 Régime foncier

Un des déterminants importants influençant la disponibilité des terres est le régime foncier et les zonages municipaux. En effet, la durée des contrats d'usage des parcelles va impacter directement les formes et le temps d'occupation des terres. (Opitz, Berges, Piorr et Krikser, 2016) Dans les pays développés, 20% de l'AU est pratiquée sur des parcelles en propriété privée (Yang et Keding, 2009). De plus, Voigt (2011) souligne que certains zonages municipaux limitent ou interdisent la possession d'animaux dans certains quartiers, tandis que d'autres empêchent des activités commerciales, excluant l'implantation d'une production destinée à être vendue. Dans les pays développés, un zonage renforcé pour l'AU est peu à peu mis en place, ce qui est peu commun dans les pays en développement où l'AU prend souvent des formes plus informelles et se développe dans les « zones grises » ou sur des terres illégales (Eriksen-Hamel et Danso, 2010). D'Alessandro, Hanson et Kararach (2018) illustrent ceci dans une étude réalisée au Zimbabwe. Ainsi, certaines zones sont désignées pour l'agriculture dans les plans municipaux et permettent la production de légumes, de céréales et l'élevage d'animaux. L'eau à leur disposition est celle des forages, car l'accès à l'eau municipale est restreint. Des permis peuvent être délivrés ponctuellement, selon la taille et le type de culture prévue. Certaines fermes appartiennent aussi à la municipalité. Dans les zones périurbaines non autorisées, l'AU prend place dans des espaces ouverts non occupés, comme le long des routes. L'AU est donc une bonne opportunité pour les personnes possédant déjà une terre, mais peut entraîner de nombreuses incertitudes pour ceux cultivant sur des terres non légales (Lynch et al., 2001).

Les fermes se développant en périphérie se situent souvent sur des terres occupées légalement (propriété ou location). Elles sont en moyenne plus grandes que les exploitations présentes à l'intérieur des villes (Van Veenhuizen et Danso, 2007). Elles se trouvent parfois sur des terrains impropres à la construction de bâtiments, comme les monocultures de bananes situées dans les fortes pentes à Yaoundé, Cameroun. (Orsini et al., 2013) Ce sont souvent elles qui abritent les systèmes combinés culture-élevage. Il existe peu d'études sur ces systèmes, bien qu'ils semblent exister au Mali, Nigéria et Burkina Faso (Abdulkadir, Dossa, Lompo, Abdu et Van Keulen, 2012). Ces systèmes sont destinés à la vente et à la consommation, et permettent aux producteurs de produire leurs propres céréales pour leur bétail. La présence de poulailler en ville n'est pas évoquée dans la littérature, mais est une possibilité à garder en tête, ainsi que ces contraintes liées à ça : avoir un poulailler fermé, nettoyage des fientes qui pourraient aussi être utilisées comme fertilisant de culture, une construction assez solide, etc.)

Les cultures en zone périurbaine se développent aussi illégalement, comme le long des routes ou des aéroports. Ces cultures sont permanentes, sauf quand elles prennent place dans des zones disponibles temporairement, comme les terrains en attente de construction par exemple. Les cultures illégales souffrent régulièrement de problèmes de vols, fréquents, ce qui incite parfois les cultivateurs à établir des tours de garde. (Yang et Keding, 2009) Les cultures sur brûlis sont aussi un moyen de trouver de nouveaux espaces en périphéries, notamment pour les migrants ruraux arrivant dans les zones périurbaines. Cela consiste en un défrichage par le feu, après avoir coupé les arbres, puis une rotation des cultures, suivant leur niveau d'exigence en matière de fertilité du sol qui s'épuise rapidement. (Orsini et al., 2013) On estime qu'environ 600 millions de personnes pratiquent l'agriculture sur brûlis, particulièrement dans les zones tropicales et équatoriales (Asie du Sud, Afrique subsaharienne, Amérique du Sud) (Universalis, s. d.). La culture sur brûlis est effectuée sur des terres forestières, non occupées, souvent publiques et peu réglementées (Palm, Vosti, Sanchez et Ericksen, 2005).

L'AU est un usage qui est peu organisé dans les espaces de proximité, tels que définis par Torre et Caron (2005), et qui pourrait d'autant plus être sujet à des conflits. Différentes gestions de ces conflits peuvent en être effectuées : officielle avec une intervention des pouvoirs publics, voire de la justice, ou de la négociation entre acteurs. Or, l'AU est peu prise en compte dans les plans de développement des villes et les zonages municipaux. En effet, elle pourrait correspondre à différents types de zonage selon ses modalités de mise en place (code du bâtiment, zonages commerciaux et résidentiels) (« The Politics of NYC's Urban Farming », 2018). Ce sont donc souvent des arrangements informels entre acteurs qui permettent de continuer son développement et de régler les conflits : malgré l'invisibilisation des agriculteurs urbains dans les plans d'aménagement, des arrangements tacites et des réseaux collectifs permettent de trouver les ressources et de cultiver (Robineau, 2015).

1.2 Organisation sociale et agricole

Comme nous avons vu précédemment, l'AU est une forme d'agriculture, qui mobilise un grand nombre d'acteurs. Les formes de culture vont donc dépendre fortement des objectifs des agriculteurs et des organisations à l'échelle de la communauté. Cela va aussi influencer sur la composition des champs.

1.2.1 Objectifs des agriculteurs

Les **besoins** et les **objectifs** des cultivateurs impactent les formes d'agriculture urbaine. Draus, Roddy et McDuffie (2014) soulignent que la façon dont va être perçue l'AU dépend fortement de facteurs culturels et socioéconomiques. Il semblerait que l'AU soit largement acceptée socialement (Sanyé-Mengual et al., 2018; Specht, Weith, Swoboda et Siebert, 2016), même s'il existe peu de littérature sur le sujet. L'acceptation sociale pourrait dépendre notamment de la forme d'AU, avec une préférence pour les espaces communautaires et accessibles (ex : jardins publics) (Specht et al., 2016), et de l'intensité de culture (moins bien perçue s'il s'agit d'agriculture intensive) (Sanyé-Mengual et al., 2018). La connaissance des services écosystémiques rendus par l'AU serait également un facteur important d'acceptabilité sociale (Sanyé-Mengual et al., 2018). La volonté de développer un projet d'AU peut être motivée par des buts très différents.

L'Association pour l'Agriculture verticale (*Association for Vertical Farming*) différencie plusieurs objectifs de production qui peuvent être étendus à l'AU en général (Association for Vertical Farming e.V, s. d.-b). Ces objectifs vont fortement influencer les formes d'organisation des agriculteurs, de la parcelle privée individuelle à une organisation collective, telles que les coopératives ou les entreprises. Ainsi, ces objectifs sont :

- Le partage : il s'agit souvent de formes d'organisation communautaire, comme les jardins partagés, nés dans plusieurs grandes villes, et animés par les citoyens.
- L'apprentissage : les jardins en AU peuvent être perçus comme des terrains d'expérimentations, notamment dans les écoles. Cela permet de faire comprendre aux élèves d'où vient leur nourriture et d'illustrer des concepts scientifiques (Pudup, 2008). L'AU peut aussi être un moyen de transmission des compétences plus informel, par exemple de personnes retraitées anciennement agriculteurs, à de jeunes générations urbaines (Dixon et al., 2009).
- La transformation : ces jardins servent à produire des aliments (végétaux, animaux) qui seront immédiatement transformés (par exemple, restaurant produisant ses propres matières premières).

- La vente au détail : une étude au Nigéria (Kano), au Mali (Sikasso) et au Burkina Fasso (Bobo Dioulasso) a montré que, contrairement aux croyances, la majorité des ménages en Afrique de l'Ouest semblent tournés vers la vente (Abdulkadir et al., 2012). En effet, l'AU est une opportunité puisque la proximité des marchés permet de produire des denrées hautement périssables, notamment lors de la saison sèche, durant laquelle moins de produits ruraux sont disponibles (Yang et Keding, 2009).
- La vente en gros : ces ventes, orientées vers les supermarchés ou vers les grandes chaînes de distribution, concernent davantage les fermes périurbaines, qui produisent de plus grandes quantités.
- La purification : l'usage de certaines plantes peut permettre de purifier des sites contaminés (phytoremédiation) (K. H. Brown et Jameton, 2000) et il a été prouvé que l'usage de toits verts permet de réduire la pollution aérienne (HUI, 2006). Ces pratiques demeurent marginales et ne semblent pas présentes dans les pays en développement. Ainsi, les lignes directrices de la FAO sur la gestion durable des terres au Mali, n'évoquent pas la pollution et les différentes possibilités de dépollution des terres (FAO, 2012).

La classification signale également le développement (R et D) et les soins (biopharmacie) comme objectifs pour les producteurs, mais il n'existe pas de littérature ou d'exemple à ce sujet.

Il faut noter que ces objectifs peuvent aussi être combinés. Par exemple, un jardin communautaire dans une école pourra servir à des fins d'apprentissage (éducation à l'agronomie, sensibilisation environnementale), de partage (communautés d'élèves, de professeurs et, éventuellement, de parents), de transformation (cantines) et d'autosuffisance (Pudup, 2008).

Maxwell (1995), quant à lui, distingue l'agriculture commerciale de l'agriculture pour l'autoconsommation, particulièrement pertinente pour la sécurité alimentaire, notamment dans les cas de grande pauvreté. Ainsi, une agriculture pour l'autoconsommation est souvent plus diversifiée et à plus petite échelle, contrairement à de grandes exploitations qui serviraient uniquement pour la vente. L'agriculture d'autoconsommation peut aussi servir à la vente (ex. surplus, volonté d'acquérir un autre produit non présent sur la parcelle), mais ce n'est pas son but premier. Il est possible de faire une distinction entre pays développés et en développement. En effet, l'AU dans les pays développés, est souvent centré sur des objectifs non commerciaux. Il existe quelques exceptions pour raisons environnementales (ceintures vertes par exemple) ou lors de permis spéciaux et de droits de terre anciens. (Eriksen-Hamel et Danso, 2010) Les formes communautaires d'organisation sont souvent

privilégiées : on considère que 20% de l'agriculture urbaine dans les pays développés se font sur parcelles appartenant à un seul propriétaire (Yang et Keding, 2009). Dans les pays en développement, l'AU prend souvent des formes plus intermédiaires, mixant agriculture commerciale et de consommation (Eriksen-Hamel et Danso, 2010).

1.2.2 Choix des cultures

En AU, à cause du manque de place, les espèces à haute productivité vont être privilégiées et cultivées en rangs serrés. Par exemple, les légumes verts et les tomates vont être préférés aux pommes de terre ou haricots, car ils prennent moins d'espace pour pousser. Par exemple, on estime qu'il faudrait 3345 hectares environ pour produire les 360 millions de pounds de tomates consommés annuellement par les New-Yorkais (Ackerman et al., 2014). Or, il y aurait 3465 hectares de terres vacantes dans la ville, sans compter celles déjà occupées par des fermes urbaines (Meier, Ackerman, Dahlgren et Xu, 2013), la production semble donc possible.

Dans le cadre d'une production destinée à l'autoconsommation ou la vente de détail, une haute diversité de cultures est présente. Si quelques cultures de base, comme le maïs (*Zea Mays*) ou le plantain (*Musa spp.*), peuvent être rencontrées pour l'autoconsommation, ce sont surtout les produits horticoles qui sont plantés : légumes et fruits principalement. On trouve aussi des fleurs sous la forme de fermes destinées uniquement à leurs productions (dans des pays généralement déjà largement producteurs de fleurs, comme le Kenya (Kaufman et Bailkey, 2000)) ou dans des jardins à visées ornementales ou pédagogiques (Verboven, Aertsen, Brys et Hermy, 2014; Lowenstein, Matteson et Minor, 2015; etc.) L'agriculteur va gérer la plante individuellement, plutôt que la culture entière, c'est-à-dire qu'il va prodiguer les traitements (taille, fertilisation, récolte) plante par plante, plutôt qu'uniformément à l'échelle de la parcelle (ex. : moissonneuse-batteuse dans les champs de blé, aspersion de pesticides par avion dans les bananeraies). (Yang et Keding, 2009) Cela demande souvent plus de temps, mais est aussi plus respectueux de l'environnement (on peut privilégier la taille à l'usage de pesticide, par exemple) et est moins coûteux en investissement (pesticides, machines, etc.). Les plantes à cycle court (semences rapides) sont souvent utilisées, car elles permettent une production continue. Ce modèle est par exemple celui des microjardins, tels qu'ils ont été développés par la FAO au Sénégal. Ceux-ci sont composés de caisses en bois, remplies de terre, qui permettent de cultiver des légumes variés dans des quartiers densément peuplés, sans espace autour des maisons. (FAO, 2010) Les modèles de monoculture intensive se retrouvent plutôt en agriculture périurbaine, orientée vers la commercialisation. Ce sont souvent des

cultures améliorées, partiellement mécanisées, et utilisant des pesticides, présentant des risques environnementaux (Orsini et al., 2013).

Les choix de culture dépendent du milieu biophysique, pour qu'elles soient adaptées à leur environnement et au climat. La question des changements climatiques est aujourd'hui à prendre en compte. En effet, les milieux urbains sont soumis à l'augmentation des températures, accentuée par la chaleur urbaine. Une étude en Australie, à Melbourne, a montré que le gradient de température dépend du contexte régional, et notamment de la perméabilité des terres (températures plus stables dans le cas de terres imperméables, qui pourrait être dû au fait que les terres imperméables retiennent mieux la chaleur, grâce à un faible réfléchissement de la lumière ou albédo). Dans les parties de la ville ayant une température stable, les jardins étaient plus divers que dans les parties pour lesquelles la température variait (mauvaise survie des plantes). (Egerer, Lin, Threlfall et Kendal, 2019) On constate que les changements climatiques ont un impact direct sur la productivité et la composition des parcelles.

La question de la résilience des cultures, c'est-à-dire de leur capacité à résister ou s'adapter aux changements climatiques et aux perturbations extérieures (Bullock et al., 2017), est donc importante. Par exemple, à Chennai (Inde), la sécheresse a entraîné l'abandon des cultures de riz dans les zones périurbaines pour d'autres cultures (Ruet, Gambiez et Lacour, 2007). Près de la rivière Musi, à Hyderabad (Inde), de nombreux fermiers urbains sont passés de la culture de riz et de légumes, à la culture des arbres et de fourrage. En effet, la culture de fourrage résiste mieux à la haute salinité des eaux usées qui sont déversées dans la rivière et utilisées aujourd'hui pour l'irrigation. Elle devient une production de rente plus en plus importante dans la région. La production de fruits est, elle, souvent réservée à la consommation du ménage, comme l'étaient celles de riz et de légumes. Le riz et les légumes proviennent alors des milieux ruraux et sont échangés sur le marché. (Buechler et Devi, 2006) Il est possible de dégager les caractéristiques générales d'une culture résiliente : variétés locales adaptées au milieu (nécessitant donc peu d'intrants pour pousser), ainsi qu'une diversité génétique permettant une meilleure adaptation aux changements biotiques et abiotiques (Koochafkan, Altieri et Gimenez, 2012). Mis à part ces grandes caractéristiques, il est difficile de donner une liste de cultures résilientes, car elles varient selon les contextes particuliers (biophysiques, climatiques, topographiques, etc.).

Aujourd'hui, en Afrique subsaharienne, il est possible de distinguer deux types de cultures horticoles : les légumes exotiques (c'est-à-dire, provenant de l'extérieur du continent) et les légumes indigènes (soit tous les légumes à feuilles, racines ou fruits cultivés traditionnellement ou introduits et adoptés depuis plusieurs siècles). On retrouve environ 1000 espèces de légumes, dont 80% de légumes à feuilles, souvent

utilisés en accompagnement du plat principal. Leur diversité et leur utilisation dépendent des régions : adaptabilité au climat, facteurs culturels (comme la complexité des recettes de cuisine). Il est difficile d'obtenir un inventaire exhaustif de ces légumes dans de nombreuses régions. Un inventaire sommaire est ici proposé en annexe (voir annexe 2). Une tendance à l'abandon des espèces indigènes, pour privilégier les espèces exotiques, est visible sur une grande partie du continent, à l'exception du Cameroun, Kenya et de l'est de l'Afrique. Les prix sont très variables, car le marché n'est pas transparent. Le choix des cultures dépend également des opportunités du marché. Par exemple, à Bamako, au Mali, de nombreux framboisiers sont semés, car ils occupent peu de place et se vendent à un bon prix. (Yang et Keding, 2009)

Peu d'études s'intéressent à la provenance des graines utilisées en AU. Il semblerait toutefois que la majorité soit sélectionnée par les fermiers sur leurs plants, mais qu'elles puissent aussi de temps en temps être achetées (Nugent, 2000). Certains procédés de cultures, comme les procédés organoaponiques (culture intensive sur des substrats de sol), nécessitent que les graines soient élevées en nurserie, avant d'être transplantées en jardin pour que la plante soit assez grande pour s'implanter dans le substrat de culture. Ces procédés sont très utilisés à Cuba, où ils permettent de pallier le manque d'espace et la mauvaise qualité des sols. (Altieri et al., 1999)

1.3 Conclusion partielle

Le schéma ci-dessous (figure 1.1) présente les principales conclusions de cette première partie sur la diversité des modèles d'agriculture urbaine.

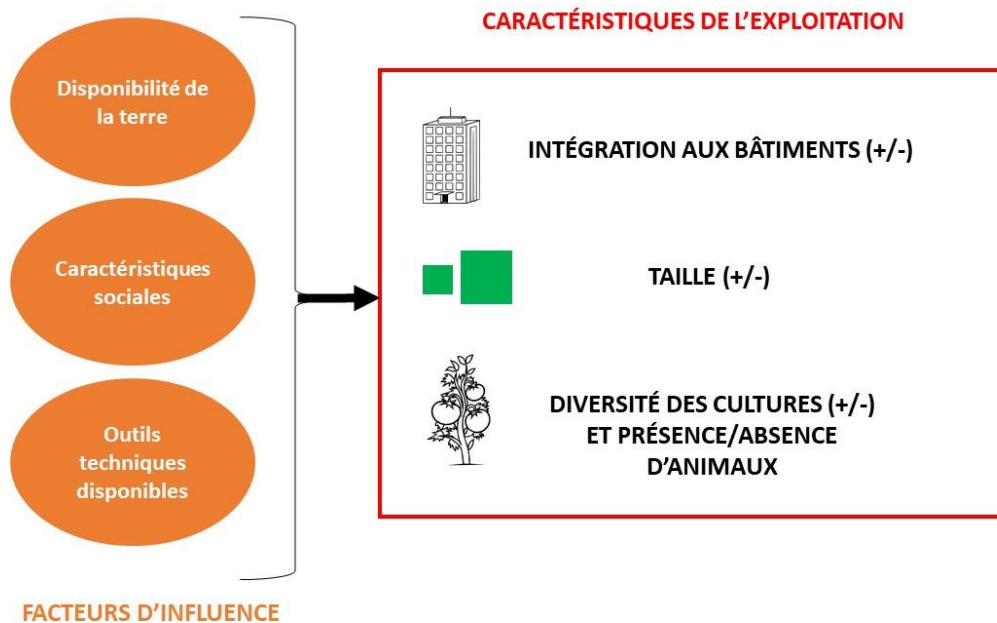


Figure 1 Diversité des modèles d'AU et facteurs d'influence

L'AU peut prendre des formes très diverses. Trois grandes caractéristiques peuvent varier selon les exploitations :

- Leur **taille** (de quelques mètres carrés à plusieurs hectares) ;
- Leur **intégration aux bâtiments** (par exemple, cultures intégrées aux toits ou champs dans des décharges ou des zones périurbaines) ;
- Leur **diversification** et la présence (ou non) d'**animaux** (bétail, volaille).

Ces formes d'AU sont contraintes tout d'abord par la **disponibilité de la terre**, qui dépend des caractéristiques biophysiques et géographiques de la zone d'étude, ainsi que du régime foncier et des politiques d'aménagement de la ville. Elles sont ensuite influencées par les **caractéristiques sociales** des agriculteurs, et notamment par leurs différents objectifs (pourquoi veulent-ils cultiver en ville ?) et les formes d'organisations collectives (rassemblement en jardins communautaires, réseaux informels pour pouvoir poursuivre l'exploitation, etc.). Enfin, les **outils techniques** disponibles vont aussi influencer la façon de cultiver, par les technologies disponibles (ex. compost, culture sur substrat de sol, etc.).

2. Gestion des ressources et impact environnemental

Au-delà du manque d'espace, l'AU doit s'adapter à un milieu présentant de fortes contraintes, avec des ressources rares et la proximité d'autres usages très différents. Ces contraintes sur la production changent selon les conditions biophysiques locales, telles que la température, la qualité de l'air, les radiations solaires et le climat (Eriksen-Hamel et Danso, 2010). Toutefois, il est tout de même possible d'identifier de grands facteurs pouvant contraindre la production (partie 2.1). De plus, il est aussi nécessaire de prendre en compte les impacts environnementaux et de santé publique (partie 2.2).

2.1 Répondre aux besoins de la production

L'AU est un système agricole qui, comme une exploitation traditionnelle, nécessite de nombreuses ressources pour fonctionner. Or, les particularités du milieu urbain rendent l'accès à celles-ci parfois difficile et cela impacte la productivité des parcelles.

2.1.1 Sols

Les autres usages prévalents sur l'AU, la qualité des sols est donc un enjeu majeur. En effet, les terrains disponibles peuvent être peu fertiles, voire contaminés par de précédentes activités (déchets, fioul, métaux lourds), ce qui complique l'activité agricole. Ainsi, Anikwe et Nwobodo (2002) ont prouvé que la disposition à long terme (20 ans) de déchets municipaux a des effets sur les propriétés biophysiques et la productivité des sols. Bien qu'il soit possible d'y pratiquer l'agriculture, il est nécessaire d'être particulièrement prudent quant aux risques écotoxiques. De plus, certains producteurs ajoutent à cette pollution en appliquant des fertilisants. Cela concerne principalement les producteurs possédant suffisamment de moyens et des fermes de taille moyenne ou grande, souvent situées dans les zones périurbaines. Sur les petites surfaces, les cultivateurs manquent souvent de ressources donc les fertilisants sont sous-utilisés ou périmés. (Yang et Keding, 2009) Les risques de l'utilisation de tels produits sont détaillés dans la partie 2.2.1.

Une pratique pouvant être utilisée pour diluer ou diminuer les contaminants du sol à long terme est l'épandage de compost (S. L. Brown, Chaney et Hettiarachchi, 2016). Cela peut également permettre d'apporter les nutriments à des cultures étant élevées sur de très petites surfaces (forte compétition pour les ressources) et améliorer les caractéristiques du sol (Suerth, 2016). Par exemple, il a été prouvé que l'épandage de déchets de papeterie améliore la capacité d'absorption en eau des plantes, ce qui permet de réduire l'irrigation nécessaire pour les cultures (Foley et Cooperband, 2002). C'est également une bonne méthode de gestion des déchets, qui est un défi avec l'augmentation de la population urbaine.

Toutefois, il est nécessaire que celui-ci soit bien géré, pour éviter les risques d'émanation de méthane (due à la décomposition de la matière organique) et assurer une bonne qualité de compost. (Suerth, 2016) Gonzalez et Cooperband (2002) distinguent différents types de méthodes de gestion des déchets : la méthode aérobie, c'est-à-dire avec de l'oxygène, ou anaérobie. Cette dernière permet de produire du biogaz et peut être utile commercialement et industriellement (pour générer de l'électricité par exemple), mais nécessite plus d'investissements. Le compost peut ensuite être centralisé (nécessite la mise en place de mécanismes de collecte et un tri individuel des déchets de la part de la population) ou individuel (petites unités par ménage). (Suerth, 2016) Les deux méthodes présentent des avantages et des inconvénients. Ainsi, un compost centralisé peut traiter une grande quantité de matériaux (incluant ceux provenant de grandes infrastructures, telles que les hôpitaux) et permet d'obtenir des températures plus élevées, utiles pour briser des déchets plus denses. Toutefois, il nécessite une forte organisation des autorités locales (service de collecte, infrastructures de traitement) et des directives claires à la population quant aux déchets à trier. (Suerth, 2016) En effet, certains composts collectifs peuvent contenir des déchets industriels qui, s'ils sont mal traités, peuvent se retrouver dans les champs (microplastiques, contaminants, etc.). Ainsi, à Cuba, à la suite d'une enquête sur la composition en métaux lourds (mercure, nickel, chrome, arsenic, plomb et sélénium) des différentes méthodes de compostage, le compost municipal a été interdit, car il excédait les limites acceptables. Seuls les composts particuliers sont aujourd'hui autorisés. (Alfaro et al., 2017) L'avantage des composts individuels est qu'ils sont directement utilisables par les producteurs. Cependant, ils nécessitent de bonnes techniques d'entretien (le remuer régulièrement dans le cas d'un compost aérobie, par exemple) pour obtenir un compost de qualité et éviter les nuisances (odeurs, insectes). (Yang et Keding, 2009) Ces techniques peuvent aussi être appliquées dans le cas de cultures hors-sol.

L'érosion désigne l'usure, à cause du vent, de l'eau ou du labour, du sol, dont elle peut entraîner une forte perte, notamment des terres cultivables (FAO, 2019b). Peu d'études se sont intéressées à l'érosion des sols en milieu agricole urbain, mais ce point a été soulevé dans quelques études de cas (Pulighe et Lupia, 2019) et reste à traiter. L'érosion pourrait être un des freins importants au développement de l'agriculture urbaine (mauvaise qualité des sols), mais aussi être renforcée par celle-ci (pratiques agricoles ne conservant pas les sols, avec des phénomènes de drainage dus par exemple aux mauvaises orientations des sols dans la pente ou à l'absence de couverture de sol).

2.1.2 Eau

L'eau peut être un enjeu important pour l'AU, notamment dans les zones dans lesquelles la pluviométrie est faible ou irrégulière. Les formes de culture vont être aussi impactées par la disponibilité d'eau, son prix et sa propreté (Moglia, 2014). Les inondations et les excès d'eau dans les vallées près des fleuves peuvent aussi être une menace pour l'AU (Eriksen-Hamel et Danso, 2010). À contrario, l'AU peut aussi servir de mécanisme de contrôle des eaux de pluie, en les retenant, ce qui peut éviter les éboulements (Goldstein et al., 2016). En effet, l'AU peut servir de zones tampons pour les habitations, en cas d'inondation (Lynch et al., 2001).

Plusieurs sources d'irrigation sont possibles (Yang et Keding, 2009) :

- Les nappes phréatiques : l'AU est dans ce cas en compétition directe avec les autres usages urbains, notamment l'accès à l'eau potable par les populations. Ainsi, à Cuba par exemple, le gouvernement a restreint l'accès à l'eau potable pour des fins d'irrigation, pour limiter les pénuries (Altieri et al., 1999).
- Les eaux usées : une des solutions pouvant être utilisées pour ne pas surexploiter les réserves d'eau potable est d'utiliser les eaux usées. Une des craintes est alors que la présence de pathogènes puisse nuire à l'être humain, lors de sa consommation de produits issus de ces cultures. (Yang et Keding, 2009) Ceci est traité dans la partie 2.2.1.
- L'eau de pluie : cette dernière solution est particulièrement adaptée dans les milieux urbains, dans lesquels des réseaux de gouttières et de récupérateurs d'eau peuvent être installés (Yang et Keding, 2009). Toutefois, dans les zones tropicales, il est nécessaire d'être précautionneux dans les zones d'eau stagnante, qui peuvent abriter des moustiques, transmetteurs de maladies telles que le paludisme (Lin, Philpott et Jha, 2015).

Une des solutions pouvant être mises en place pour améliorer l'efficacité de l'utilisation de l'eau est de mettre en place des systèmes d'irrigation au goutte à goutte, particulièrement efficaces sur de petites surfaces, même s'il demande un fort investissement de travail (Orsini et al., 2013). Il existe différents systèmes de goutte-à-goutte : un système complet souterrain ou en surface est dispendieux car il nécessite du matériel important (tubes en plastique, pompe, éventuel émetteur externe pour éviter aux trous des tuyaux de se boucher) et de l'électricité (FAO, s. d.-b). Les coûts peuvent toutefois être réduits en utilisant des trous à la place d'émetteur externe dans les tuyaux et un système de filtration sans machine (Polak, Nanes et Adhikari, 1997). En effet, un système d'irrigation au goutte-à-goutte demande

une eau propre, pour ne pas boucher les tuyaux avec des résidus. Différents systèmes de filtration sont possibles : en Afrique de l'Ouest, la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) (Yang et Keding, 2009) ou des techniques utilisant du sable (Orsini et al., 2013) peuvent ainsi être utilisées.

2.1.3 Air

L'environnement urbain a aussi un fort impact sur la qualité de l'air et le microclimat. Ces facteurs peuvent contraindre et réduire la production. En effet, en milieu urbain, les radiations du soleil sont moins fortes puisque les rayons sont réfléchis à cause de la pollution. Ce phénomène est d'autant plus fort dans les zones à forte densité et à basses latitudes (entre 40°S–40°N), dans lesquelles se situent de nombreux pays en développement. De plus, les reflets sur les surfaces bétonnées provoquent de courtes vagues de fortes radiations. Il est encore difficile de prévoir l'effet de ces contraintes sur l'AU. (Eriksen-Hamel et Danso, 2010)

La pollution de l'air peut aussi être une préoccupation, car elle entraîne une augmentation de la température et du CO₂. Cela pourrait affecter la croissance de la plante et sa qualité, notamment à cause de la présence de l'oxyde d'azote (NO_x), de dioxyde de soufre (SO₂) et d'ozone (O₃). (Yang et Keding, 2009) Cela semble particulièrement vrai pour les fruits et les arbres. Il est encore difficile de voir le lien entre un gaz particulier et une diminution de productivité. (Eriksen-Hamel et Danso, 2010) Même s'il semble y avoir corrélation entre productivité et qualité de l'air, le manque de littérature sur la question ne permet pas de conclusions claires.

Peu de solutions sont disponibles, à part s'assurer de sélectionner des espèces résistantes à l'ombre et aux métaux lourds, et d'essayer de les planter loin des zones de pollution les plus importantes (industries par exemple) (Eriksen-Hamel et Danso, 2010). La régulation de la qualité de l'air par les plantes (notamment grâce aux plantes présentant une grande surface de contact avec l'air, comme les arbres) a peu été étudiée, la littérature se concentrant sur les impacts de l'agriculture sur la qualité de l'air (Zhang, Ricketts, Kremen, Carney et Swinton, 2007).

2.1.4 Productivité

L'ensemble de ces facteurs vont influencer sur la productivité des parcelles d'AU, qui peut être très variable. On estime par exemple que le taux de productivité d'un jardin privé peut varier entre 5 et 82 t.ha⁻¹ (Yang et Keding, 2009). Cela va changer fortement selon le contexte local et les pratiques de gestion (Goldstein et al., 2016). Cette productivité peut donc être limitée, tout d'abord par la pollution aérienne : il

semblerait que plus il y a de polluants, plus la productivité est diminuée, avec une forte influence de l’ozone pendant l’été (O_3) et du dioxyde de soufre (SO_2) et du dioxyde d’azote (NO_2) en hiver. Les plantes seront plus ou moins impactées selon l’espèce. (Agrawal, Singh, Rajput, Marshall et Bell, 2003) Ces gaz toxiques sont libérés par la combustion de certains pétroles, charbons et gaz naturels et ils augmentent à proximité des grandes routes et des industries (Eriksen-Hamel et Danso, 2010). La culture de plantes sur des sols contaminés peut aussi diminuer la productivité de la parcelle (Anikwe et Nwobodo, 2002). D’autres facteurs, humains, peuvent limiter la productivité des parcelles. Un des problèmes récurrents, particulièrement dans les jardins partagés ou les zones agricoles illégales, est celui des vols (Bryld, 2003).

Plusieurs études ont tenté d’évaluer la productivité des cultures hors-sol à Bologne, en Italie. Celles-ci poussent sur substrat nutritif et sont disposées sur des panneaux de polystyrène. Le potentiel de productivité des cultures sur les toits a été évalué quotidiennement à $41.7 \text{ g}\cdot\text{m}^{-2}$. (Orsini et al., 2013) A Sydney, les fermes urbaines ont une productivité moyenne de $5.94 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, soit deux fois plus que des fermes maraichères classiques en Australie (Goldstein et al., 2016). Toutefois, ces systèmes peuvent être très consommateurs en énergie (en Australie, seuls 15% environ des intrants sont considérés comme renouvelables (Goldstein et al., 2016)) et ne pas être durables. Ainsi, une bonne gestion de ces parcelles et notamment des intrants (fertilisants, énergie, eau) est nécessaire pour que la durabilité du système soit assurée (O’Sullivan et al., 2019).

2.2 Impacts sur l'environnement et sur la santé publique

L'AU a les mêmes impacts sur les populations et les écosystèmes que l'agriculture en milieu rural. Cependant, étant données la forte densité du milieu urbain et la proximité des habitations, les impacts négatifs peuvent être renforcés. Ainsi, il y a tout d'abord des risques de pollution (partie 2.2.1), puis des impacts possibles sur les écosystèmes (partie 2.2.2).

2.2.1 Pollution

Une des préoccupations concernant l'AU est la pollution. En effet, l'écosystème agricole peut souffrir de la pollution et la productivité et durabilité de l'exploitation peuvent en être impactées, comme nous l'avons vu auparavant. Toutefois, des pollutions peuvent aussi venir de l'exploitation agricole et impacter la santé humaine et les écosystèmes environnants. Ces pollutions sont différentes selon les pratiques de gestion de la parcelle. Ainsi, une étude à Yaoundé (Cameroun) en agriculture périurbaine sur les propriétés du sol selon les différents usages a été menée. Les zones cultivées obtiennent de plus mauvais résultats que les parcelles de forêts. De plus, les parcelles de taille moyenne et grande ont un impact plus négatif que les petites parcelles. Cela s'explique par le fait que ces parcelles sont majoritairement des monocultures et qu'elles contiennent plus de pesticides. Ainsi, de mauvaises pratiques de gestion impactent directement les écosystèmes et leur fonctionnement. (Monkiedje, Spiteller, Fotio et Sukul, 2006) Il est aussi nécessaire d'être prudents lors de l'épandage d'excréments d'animaux pour éviter la surfertilisation, qui peut entraîner des excès d'azote, pouvant polluer les cours d'eau (Ministère de l'Environnement et Lutte contre les Changements Climatiques Québec, s. d.). Ainsi, à Beijing (Chine), les secteurs agricoles polluants le plus les eaux sont la production maraîchère, qui utilise de plus en plus de pesticides, et la production porcine (fèces et urine tombant à terre et emportées par les eaux de pluie) (Wolf et al., 2003).

La pollution des parcelles peut aussi impacter la santé. De nombreuses parcelles d'AU contiennent des métaux lourds et un des risques est la contamination humaine. En effet, par exemple, le plomb peut se transmettre par voie directe (ingestion du sol via le derme ou de la poussière inhalée) et indirecte (consommation de plantes qui ont grandi dans des sols contaminés). Toutefois, il apparaît que l'AU n'augmente pas les risques de contamination du sang au plomb via la consommation des légumes, s'ils sont correctement nettoyés. L'AU permet aussi d'améliorer le sol en rendant le plomb moins biodisponible (il a moins de chance d'être absorbé). En effet, les plantes permettent de fixer le plomb, à l'aide des racines, et empêchent les éclaboussures de sol qui pourraient en contenir. Les seules exceptions sont les cultures avec des feuilles à croissance lente qui entraînent plus d'éclaboussures de particules de

sol. (S. L. Brown et al., 2016) Toutefois, en cas de contamination parasitologique des sols, il existe des risques de contamination pour les exploitants marchant pieds nus. L'absence de prise de conscience de ces risques chez les exploitants les soumet à des comportements dangereux, tels que l'absence de rupture entre les sites d'exploitation et les habitations ou la boisson d'eau polluée. (Cissé, 1997) En l'absence de connaissances exactes sur les mécanismes de transmission de ces polluants, il est nécessaire de prendre des précautions dans la manipulation de l'eau, de la terre et des intrants et d'enseigner les bonnes pratiques (porter des protections, s'assurer que les plantations soient à une distance raisonnable des habitations, ne pas boire l'eau). Ainsi, la pollution d'une parcelle dépend de son exposition à des polluants ou à de l'eau contaminée et aux pratiques de gestion des agriculteurs.

De plus, l'utilisation d'eaux usées pour l'irrigation pose aussi des risques de santé publique, lors de la consommation de produits issus de ces cultures. (Yang et Keding, 2009) Une étude en Inde a évalué que la présence de pathogène n'était pas aux niveaux de danger pour l'humain, même si des problèmes dermatologiques avaient été signalés chez les agriculteurs (Bradford, Brook et Hunshal, 2003). Toutefois, une autre étude dans le même pays a trouvé que la moyenne de bactéries E.coli était plus élevée que les recommandations internationales, et que les épisodes de diarrhée chez les consommateurs de légumes irrigués par ces eaux usées étaient plus élevés que chez les consommateurs de légumes irrigués par les nappes phréatiques (Falkenberg et Saxena, 2018).

2.2.2 Écosystèmes

L'AU a un impact sur la géographie de la ville et sur la biodiversité. Il est possible de valoriser les réservoirs de biodiversité qui rendent des services écosystémiques à l'agriculture. La diversité végétale des jardins va encourager la diversité d'insectes (arthropodes arboricoles, araignées, abeilles, sauterelles, coléoptères fouisseurs, etc.) et de vertébrés (notamment en cas de présence d'arbres fruitiers) (Lin et al., 2015). Assurer des corridors de connectivité au sein des villes, notamment en installant des refuges de fleurs et de verdure, permet de valoriser le passage d'insectes pollinisateurs et bénéfiques dans le contrôle des maladies. (Orsini et al., 2013) En effet, pour que la production soit ensuite suffisante, il faut que les taux de pollinisation soient suffisamment élevés. Or, l'usage des sols affecte les pollinisateurs, en fragmentant le paysage et isolant les populations de plantes (Verboven et al., 2014). Quelques études ont été menées sur la variation de la pollinisation dans le paysage urbain. Il apparaît que chaque espèce a des pollinisateurs particuliers (bourdons, abeilles, etc.) puisque la pollinisation est très dépendante des caractéristiques biologiques de la plante (Lowenstein et al., 2015). Toutefois, l'abondance de fleurs dans les jardins semble aider à la conservation des pollinisateurs (Verboven et al., 2014). Dans

cette étude, la densité d'espaces verts a un impact négatif sur le taux de pollinisation, mais d'autres auteurs soulignent au contraire que la dispersion des pollinisateurs serait mieux soutenue par de petits jardins disséminés dans l'entièreté de la ville (Lin et al., 2015). La présence de verdure permet aussi la régulation du microclimat en ville, en offrant des îlots de fraîcheur (Lin et al., 2015).

Toutefois, quand l'AU se fait sur des espaces naturels, notamment en périphérie de la ville, cela peut entraîner des pertes d'habitats et de biodiversité. Les cultures sur brûlis participent à des processus de déforestation (Orsini et al., 2013). Une étude, menée à Harare (Zimbabwe), montre que la transformation des milieux humides bordant la ville en parcelles agricoles entraîne une diminution de la diversité spatiale des espèces. Les espèces à racine profonde, typiques de milieux humides, cèdent peu à peu la place à une végétation agricole, qui n'offre pas les mêmes conditions d'habitat pour les espèces y vivant (nourriture, etc.). (Bowyer-Bower, Mapaire et Drummond, 1996) Ainsi, quand l'AU se fait sur des milieux naturels, cela entraîne une perte d'habitat et donc de biodiversité. Or, les services écosystémiques apportés par ces milieux sont importants. Ainsi, les milieux humides permettent notamment de recharger les nappes phréatiques, de contrôler la qualité de l'eau, de maîtriser les crues, de servir de zone tampon lors des tempêtes ou encore de produire de la biomasse (poissons, etc.) (Woodward et Wui, 2001). Le coût de remplacement de ces services une fois que le milieu a été détruit est souvent bien plus élevé que le coût de conservation de ces milieux (ex. : coût de reconstruction plus important après une tempête si le milieu n'a pas fait barrage, coût d'une inondation, etc.). L'encadrement de l'AU par des politiques publiques et des zonages municipaux est donc fondamental pour permettre la conservation de milieux d'intérêt écologique.

2.3 Conclusion partielle

Le schéma ci-dessous (figure 2.1) présente les principales conclusions de cette première partie sur les impacts sur l'environnement et la santé publique.

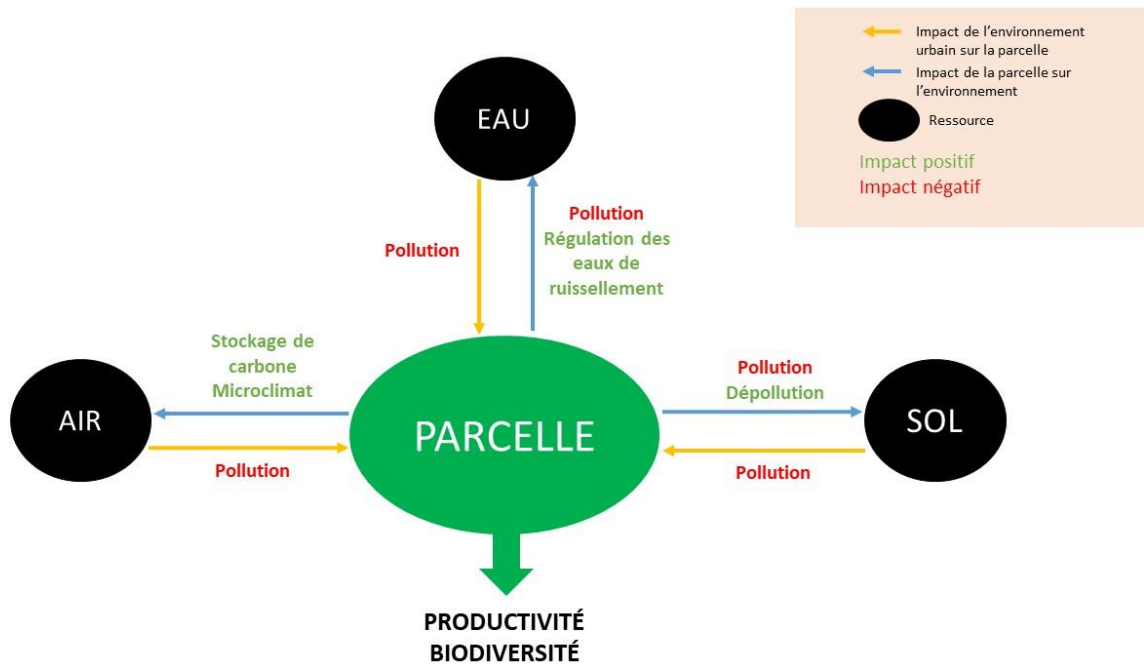


Figure 2 Interactions entre AU et ressources naturelles

Les particularités de l'AU rendent difficile l'accès à des ressources essentielles à l'agriculture, telles que l'eau, le sol et l'air. En effet, celles-ci sont souvent polluées par l'activité urbaine et cela va avoir un impact sur la **productivité** des parcelles. La façon dont est pratiquée l'AU va aussi impacter l'écosystème urbain. Par exemple, l'AU peut être utilisée comme un mécanisme de dépollution des sols (compost, filtration par les racines), mais peut aussi renforcer cette pollution (usage de fertilisants et de pesticides). Si l'AU permet la régulation des eaux de ruissellement, elle peut aussi renforcer la pollution des cours d'eau. Enfin, à plus large échelle, l'AU peut permettre de mettre en place des corridors de biodiversité au sein des villes, mais peut également participer à la perte d'habitats naturels en périphérie urbaine.

3. Analyse SWOT

La figure 3.1 présente l'analyse SWOT de l'agriculture urbaine, en matière de pratiques culturales et d'impacts environnementaux et de santé publique.

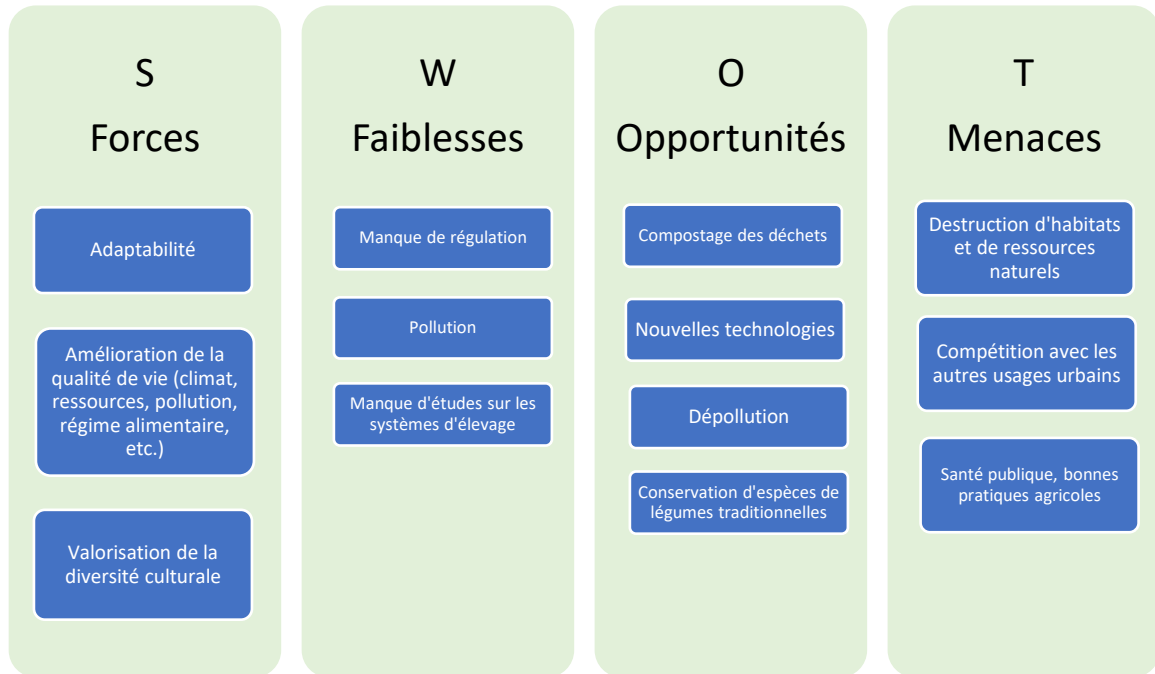


Figure 3 Analyse SWOT de l'AU

La plus grande **force** de l'AU demeure dans la diversité des formes qui la caractérise et, par là même, sa grande adaptabilité au contexte local (besoins et moyens des agriculteurs, conditions biophysiques, géographie urbaine). De plus, l'AU peut être un des moyens d'améliorer la qualité de vie en milieu urbain, en renforçant la sécurité et la diversité alimentaire, en régulant le climat et en servant de mécanisme de dépollution. Enfin, l'AU valorise souvent les formes de culture très diversifiées (moins vrai dans les zones périurbaines).

Le manque de régulation de l'AU demeure un des principaux **problèmes** : elle favorise l'AU « sauvage », sur des terres souvent polluées, et ne contrôle pas les intrants et les modèles de gestion des agriculteurs. Ainsi, la pollution du milieu, qui peut être renforcée par l'AU, demeure une des contraintes importantes. Enfin, le manque d'étude sur les systèmes d'élevage (ou mixte élevage-culture) en milieux urbain et périurbain est une difficulté : les pratiques étant peu connues, il est difficile d'orienter les politiques publiques sur les mesures à prendre.

L'AU pourrait bénéficier de différentes **opportunités**. Tout d'abord, l'AU se trouverait améliorée si l'utilisation du compost s'étendait : c'est un bon moyen de gestion des déchets et il permet, quand il est

bien effectué, d'améliorer la composition des sols. De nouvelles technologies peuvent être appliquées : culture sur substrat de sol, modèle combiné hydroponique, etc. L'AU peut aussi être un moyen de conserver des espèces de légumes traditionnelles, peu à peu délaissées pour des espèces étrangères, alors qu'elles sont très diversifiées, résilientes et permettent de maintenir une alimentation équilibrée.

Les principales **menaces** pesant sur l'AU sont tout d'abord la compétition avec les autres usages, qui empêche le développement de l'agriculture sur des terrains adaptés. Cela peut alors renforcer la menace sur des écosystèmes périurbains, qui seront détruits au profit d'activités agricoles. Une bonne régulation devrait empêcher ces phénomènes.

4. Recommandations

Dans le cadre d'une enquête sur l'AU, il serait nécessaire de considérer son exhaustivité et sa pertinence :

- S'accorder sur une définition de l'AU et notamment sur les critères suivants :
 - Type de systèmes considéré : culture seule, élevage seul et/ou systèmes mixtes
 - Taille minimale de la zone cultivée (ex. est-ce que des cultures en pot seront considérées ?)
 - Définition de la zone périurbaine (en fonction des zonages municipaux, de la densité de population, etc.)
- Pour pouvoir évaluer les risques environnementaux et pour la santé, considérer les pratiques culturales : les intrants (compost, fertilisants, eau, énergie), ainsi que les méthodes de gestion et de travail (usage de protection, distance à l'habitation, etc.). L'étude du contexte plus global est nécessaire (distance aux industries, qualité de l'eau des nappes phréatiques et des rivières, mécanisme de collecte des déchets, etc.). Il est particulièrement important de ne pas uniquement examiner la productivité de la parcelle, mais également sa durabilité.
- Étudier le niveau de connaissances des producteurs urbains, aussi bien au niveau des connaissances agronomiques générales, comme des risques de santé publique et environnementale spécifiques au milieu urbain (contamination de sols, etc.). Dans le cas de projets de développement de l'agriculture urbaine, assurer la capacitation des producteurs (type de sols, usage du compost, bonnes pratiques, etc.) pour permettre une bonne productivité et limiter les risques environnementaux et de santé publique.
- Étudier la façon dont l'AU s'implémente dans le paysage urbain. Ainsi, considérer le zonage de la ville et comparer des photographies aériennes de plusieurs époques, pour voir l'évolution du paysage urbain et la façon dont l'AU s'est développée récemment, serait pertinent.
- Tenir compte des espèces cultivées dans les parcelles. Les modèles de culture favorisant une grande diversité d'espèces permettent une plus grande résilience aux changements climatiques et une diversification du régime alimentaire ou des revenus. Ce critère est donc important dans l'étude du bien-être. De plus, les espèces cultivées renseignent également sur l'évolution des usages culturels. Ainsi, pour l'Afrique de l'ouest, on remarque une tendance à délaisser les légumes traditionnels (voir notamment la liste en annexe) au profit des "nouveaux" légumes (carotte, etc.). Cela serait dû au fait que ces derniers aient un goût moins amer et plus doux, qu'ils soient plus faciles et rapides à cuisiner. Certains évoquent également un effet "de mode",

notamment chez les classes moyennes qui considèrent que ces légumes représentent la "modernité". (Yang et Keding, 2009)

- Privilégier les espèces et variétés locales, plus adaptées au milieu. La sélection des graines par les agriculteurs permet de développer des plantes solides et plus résistantes aux stress extérieurs.
- Garder à l'esprit que tous les types d'AU sont potentiellement implémentables dans les PED. En effet, leur faisabilité dépend avant tout des conditions locales. Toutefois, certains systèmes demandent clairement une infrastructure plus conséquente (aquaponie, toits verts, etc.), mais peuvent être adaptés s'ils sont pertinents pour réduire les coûts en utilisant des technologies alternatives (ex : filtration de l'eau par les plantes, toits verts en utilisant la technique des micro-jardins de la FAO).
- Cibler clairement les intentions et objectifs du cultivateur développant son exploitation en AU. Privilégier des espèces diversifiées pour une culture vivrière. Considérer les demandes des marchés locaux (fruits exotiques en Afrique de l'ouest, par exemple) pour une agriculture de rente.
- Considérer les types d'habitation dans le cadre d'un projet de développement de l'AU (espace disponible, jardins, etc.). En effet, par exemple, de nombreuses villes dans les PED se développent de façon informelle, dans des espaces très restreints. Dans ce cadre, prendre exemple sur les micro-jardins, tels que développés par la FAO au Sénégal, pourrait être une solution puisqu'ils sont transposables dans une habitation sans jardin. Dans le cadre d'AU dans un espace un peu moins réduit, l'hydroponie, telle que développée à Cuba, pourrait être envisagée, notamment si ces espaces semblent a priori peu propices à l'agriculture (fertilité, pollution, etc.)
- Au vu de la fragmentation spatiale et institutionnelle des villes maliennes, notamment Bamako, (World Bank, 2019), il est préférable d'organiser des systèmes à l'échelle du ménage, par exemple dans la gestion des déchets (composts individuels) ou dans la production (jardins individuels).
- Prendre en compte les activités de pêche urbaine développées à Bamako (La et al., 2013). En effet, celles-ci pourraient représenter une opportunité pour développer des systèmes d'aquaculture et apporter un complément de revenus pour ces communautés (réparties en 22 campements dans la ville (La et al., 2013)). Les systèmes d'aquaculture sont adaptés aux poissons d'eaux douces (Deluzarche, s. d.). En Afrique du Sud, par exemple, des espèces de poissons-chats (*Clarias gariepinus*) ou de tilapia sont utilisées (*Oreochromis mossambicus*, *O. niloticus*) (Britz et Venter, 2016). Or, ces espèces sont aussi présentes dans le fleuve Niger (Daget, 1954).

- Ne pas oublier de considérer l'élevage urbain (volailles, bétails, lapins, chèvres, moutons, etc.) qui peut s'adapter selon les surfaces disponibles chez les ménages (zones urbaines limitées ou zones périurbaines permettant davantage d'espace).

Conclusion

En conclusion, l'agriculture urbaine peut prendre de multiples formes, qui vont dépendre de la géographie urbaine, du régime foncier local, des caractéristiques des agriculteurs et des conditions biophysiques. Les exploitations changent beaucoup de taille, de techniques et de lieux (intégration aux bâtiments, parcelles légales ou non, urbain ou périurbain). De plus, la composition interne des parcelles varie également, notamment en matière de diversité d'espèces cultivées.

La géographie urbaine est particulièrement contraignante pour l'agriculture : elle limite les ressources en sol, eau et air non pollués. Certaines pratiques peuvent permettre d'améliorer cela : usage de compost, plantes filtrantes, différentes sources d'eau, etc. À contrario, d'autres méthodes de gestion présentent des risques pour l'environnement et la santé humaine, comme l'utilisation de pesticides.

L'analyse SWOT révèle que l'AU peut être profitable, car elle possède de nombreux avantages (adaptabilité, impacts positifs sur la sécurité alimentaire, la santé publique, etc.), mais que la durabilité des systèmes va varier selon la gestion de l'exploitation, particulièrement selon l'utilisation de fertilisants ou de technologies demandant beaucoup d'énergie. Ainsi, dans le cadre de la mise en place de projets de développement de l'AU, il est nécessaire de s'accorder sur une définition claire d'AU, d'examiner le contexte d'implémentation, d'étudier les pratiques de gestion et les plantes cultivées dans les parcelles.

Bibliographie

- Abdulkadir, A., Dossa, L. H., Lompo, D.-P., Abdu, N. et Van Keulen, H. (2012). Characterization of urban and peri-urban agroecosystems in three West African cities. *International journal of agricultural sustainability*, 10(4), 289–314.
- Ackerman, K., Conard, M., Culligan, P., Plunz, R., Sutto, M.-P. et Whittinghill, L. (2014). Sustainable food systems for future cities: The potential of urban agriculture. *The economic and social review*, 45(2, Summer), 189–206.
- Agrawal, M., Singh, B., Rajput, M., Marshall, F. et Bell, J. N. B. (2003). Effect of air pollution on peri-urban agriculture: a case study. *Environmental Pollution*, 126(3), 323-329.
- Alfaro, M. R., Do Nascimento, C. W. A., Ugarte, O. M., Álvarez, A. M., de Aguiar Accioly, A. M., Martín, B. C., ... Aguilar, M. G. (2017). First national-wide survey of trace elements in Cuban urban agriculture. *Agronomy for sustainable development*, 37(4), 27.
- Allen, A. (2003). Environmental planning and management of the peri-urban interface: perspectives on an emerging field. *Environment and urbanization*, 15(1), 135-148.
- Altieri, M. A., Companioni, N., Cañizares, K., Murphy, C., Rosset, P., Bourque, M. et Nicholls, C. I. (1999). The greening of the “barrios”: Urban agriculture for food security in Cuba. *Agriculture and human values*, 16(2), 131-140.
- Anikwe, M. A. N. et Nwobodo, K. C. A. (2002). Long term effect of municipal waste disposal on soil properties and productivity of sites used for urban agriculture in Abakaliki, Nigeria. *Bioresource Technology*, 83(3), 241–250.
- Appeaning Addo, K. (2010). Urban and peri-urban agriculture in developing countries studied using remote sensing and in situ methods. *Remote Sensing*, 2(2), 497-513.
- Association for Vertical Farming e.V. (s. d.-a). Glossary for Vertical Farming. Repéré à <https://vertical-farming.net/glossary-vertical-farming/>
- Association for Vertical Farming e.V. (s. d.-b). Urban Agriculture Integration Typology. *Association for Vertical Farming*. Repéré à <https://vertical-farming.net/vertical-farming/integration-typology/>
- Boucher, I. (2006). *Les toits verts: document de veille*. Québec : Ministère des affaires municipales et des régions.
- Bowyer-Bower, T. A. S., Mapaure, I. et Drummond, R. B. (1996). Ecological degradation in cities: Impact of urban agriculture in Harare, Zimbabwe.
- Bradford, A., Brook, R. et Hunshal, C. S. (2003). Wastewater irrigation in Hubli–Dharwad, India: Implications for health and livelihoods. *Environment and Urbanization*, 15(2), 157-170.
- Britz, P. et Venter, S. (2016). Revue de l'aquaculture : l'Afrique du Sud. *World Aquaculture*, 47. Repéré à https://www.was.org/_documents/Britz-Reprint-FR-web.pdf
- Brown, K. H. et Jameton, A. L. (2000). Public health implications of urban agriculture. *Journal of public health policy*, 21(1), 20–39.
- Brown, S. L., Chaney, R. L. et Hettiarachchi, G. M. (2016). Lead in urban soils: a real or perceived concern for urban agriculture? *Journal of environmental quality*, 45(1), 26–36.
- Bryld, E. (2003). Potentials, problems, and policy implications for urban agriculture in developing countries. *Agriculture and human values*, 20(1), 79–86.
- Bullock, J. M., Dhanjal-Adams, K. L., Milne, A., Oliver, T. H., Todman, L. C., Whitmore, A. P. et Pywell, R. F. (2017). Resilience and food security: rethinking an ecological concept. *Journal of Ecology*, 105(4), 880-884. doi:10.1111/1365-2745.12791
- Castleton, H. F., Stovin, V., Beck, S. B. et Davison, J. B. (2010). Green roofs; building energy savings and the potential for retrofit. *Energy and buildings*, 42(10), 1582–1591.
- Catherinet, M. (1965). Note sur la culture du macabo et du taro au Cameroun, 9.
- CIFOR. (s. d.). *Mangue sauvage Irvingia spp.*

- Cissé, G. (1997). *Impact sanitaire de l'utilisation d'eaux usées polluées en agriculture urbaine. Cas du maraîchage à Ouagadougou (Burkina Faso)* (PhD Thesis). Thèse Unique Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. Lausanne, Suisse.
- CJB - African plant database. (2006). *Blighia sapida* K. D. Koenig. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=90834>
- CJB - African plant database. (2007a). *Adansonia digitata* L. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=48434>
- CJB - African plant database. (2007b). *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=25842>
- CJB - African plant database. (2007c). *Cleome gynandra* L. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=12757>
- CJB - African plant database. (2007d). *Cucumeropsis mannii* Naudin. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=26281>
- CJB - African plant database. (2007e). *Portulaca oleracea* L. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=151643>
- CJB - African plant database. (2009). *Senna tora* (L.) Roxb. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=209297>
- CJB - African plant database. (2010). *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=166536>
- CJB - African plant database. (2012a). *Luffa cylindrica* M. Roem. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=26178>
- CJB - African plant database. (2012b). *Moringa oleifera* auct. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=57917>
- CJB - African plant database. (s. d.). *Bombax costatum* Pellegr. & Vuill. Repéré à <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/details.php?langue=an&id=48442>
- Cucurbitacées. (s. d.). *Ooreka.fr*. Repéré à <https://jardinage.ooreka.fr/astuce/voir/554557/cucurbitacees>
- Daget, J. (1954). *Les poissons du Niger supérieur*. Ifan Dakar.
- D'Alessandro, C., Hanson, K. T. et Kararach, G. (2018). Peri-urban agriculture in Southern Africa: miracle or mirage? *African Geographical Review*, 37(1), 49–68.
- Deluzarche, C. (s. d.). Aquaculture : le top 10 des poissons d'élevage. *Futura*. Repéré à <https://www.futura-sciences.com/planete/questions-reponses/poisson-aquaculture-top-10-poissons-elevage-9424/>
- Dibi, K., Essis, B. et Nzue, B. (2015). Techniques culturelles de la patate douce. Repéré à <http://www.sweetpotatoknowledge.org/wp-content/uploads/2017/05/Manuel-de-formation-sur-la-patate-douce-1.pdf>
- Dixon, J. M., Donati, K. J., Pike, L. L. et Hattersley, L. (2009). Functional foods and urban agriculture: two responses to climate change-related food insecurity. *New South Wales Public Health Bulletin*, 20(2), 14-18.
- Draus, P. J., Roddy, J. et McDuffie, A. (2014). 'We don't have no neighbourhood': Advanced marginality and urban agriculture in Detroit. *Urban Studies*, 51(12), 2523-2538.
- Egerer, M. H., Lin, B. B., Threlfall, C. G. et Kendal, D. (2019). Temperature variability influences urban garden plant richness and gardener water use behavior, but not planting decisions. *Science of The Total Environment*, 646, 111-120.
- Eriksen-Hamel, N. et Danso, G. (2010). Agronomic considerations for urban agriculture in southern cities. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8(1-2), 86-93.
- Falkenberg, T. et Saxena, D. (2018). Impact of wastewater-irrigated urban agriculture on diarrhea incidence in Ahmedabad, India. *Indian journal of community medicine: official publication of Indian Association of Preventive & Social Medicine*, 43(2), 102.

- FAO. (2010). *Les micro-jardins du Sénégal*. Rome.
- FAO. (2012). Options for Preparing a Sustainable Land Management (SLM) Program in Mali Consistent with TerrAfrica for World Bank Engagement at the Country Level. Repéré à <http://documents.worldbank.org/curated/en/101971468282246575/pdf/699720ESWOP1000inaIOMaliOSLM20Study.pdf>
- FAO. (2017). Projet pilote d'implémentation et de développement du Micro jardin à Praia au Cabo Verde et à Douala au Cameroun à travers la coopération Sud-Sud avec la ville de Dakar. *Population (French Edition)*, 5(4). doi:10.2307/1523706
- FAO. (2019a). La FAO appelle à élaborer des politiques et à investir en faveur d'un usage durable de l'eau au Moyen-Orient et en Afrique du Nord. Repéré à <http://www.fao.org/news/story/fr/item/1177577/icode/>
- FAO. (2019b). *Soil erosion: the greatest challenge to sustainable soil management*. Rome.
- FAO. (s. d.). L'agriculture urbaine. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Repéré à <http://www.fao.org/urban-agriculture/fr/>
- Foley, B. J. et Cooperband, L. R. (2002). Paper mill residuals and compost effects on soil carbon and physical properties. *Journal of Environmental Quality*, 31(6), 2086–2095.
- Fondio, L., Kouamé, C., Djidji A., H. et Aïdara, S. (2009). *Bien cultiver le piment en Côte d'Ivoire*. CNRA. Repéré à <https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-epices/piments/66606159-Bien%20cultiver%20le%20piment%20en%20C%3B4te%20d%27Ivoire.pdf>
- Goldstein, B., Hauschild, M., Fernandez, J. et Birkved, M. (2016). Urban versus conventional agriculture, taxonomy of resource profiles: a review. *Agronomy for sustainable development*, 36(1), 9.
- Gonzalez, R. F. et Cooperband, L. R. (2002). Compost effects on soil physical properties and field nursery production. *Compost Science & Utilization*, 10(3), 226–237.
- HUI, D. (2006). Benefits and potential applications of green roof systems in Hong Kong. *Evaluation*, 11, 12.
- Kaufman, J. L. et Bailkey, M. (2000). *Farming inside cities: Entrepreneurial urban agriculture in the United States*. Lincoln Institute of Land Policy Cambridge, MA.
- Koohafkan, P., Altieri, M. A. et Gimenez, E. H. (2012). Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(1), 61-75.
- La), K. C. (de, Ferry, L., Landy, F., Traoré, B., Muther, N., Tangara, B. et Martin, D. (2013). Quelle « place » pour des pêcheurs urbains ? Le cas de Bamako (Mali). *Cybergeo : European Journal of Geography*. doi:10.4000/cybergeo.25977
- Leboeuf, J. (2004). L'effet des températures extrêmes sur les cultures de tomate et de poivron. *Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA)*. Repéré à http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/facts/info_tomtemp.htm
- Lin, B. B., Philpott, S. M. et Jha, S. (2015). The future of urban agriculture and biodiversity-ecosystem services: Challenges and next steps. *Basic and applied ecology*, 16(3), 189-201.
- Lowenstein, D. M., Matteson, K. C. et Minor, E. S. (2015). Diversity of wild bees supports pollination services in an urbanized landscape. *Oecologia*, 179(3), 811–821.
- Lynch, K., Binns, T. et Olofin, E. (2001). Urban agriculture under threat: The land security question in Kano, Nigeria. *Cities*, 18(3), 159-171.
- Maxwell, D. G. (1995). Alternative food security strategy: A household analysis of urban agriculture in Kampala. *World Development*, 23(10), 1669-1681.
- Meier, S., Ackerman, K., Dahlgren, E. et Xu, X. (2013). *Sustainable Urban Agriculture: Confirming Viable Scenarios for Production* (p. 46). New York State Energy Research and Development Authority. Repéré à http://urbandesignlab.columbia.edu/files/2015/04/2_Sustainable-Urban-Agriculture_NYSERDA.pdf

- Ministère de l'Environnement et Lutte contre les Changements Climatiques Québec. (s. d.). Guide agro-environnemental de fertilisation. Repéré à http://www.environnement.gouv.qc.ca/milieu_agri/agricole/guide3.htm
- Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA). (s. d.). *Haricots secs comestibles*. Repéré à <http://www.omafra.gov.on.ca/french/crops/pub811/pub811ch5.pdf>
- Moglia, M. (2014). Urban agriculture and related water supply: Explorations and discussion. *Habitat International*, 42, 273–280.
- Monkiedje, A., Spiteller, M., Fotio, D. et Sukul, P. (2006). The effect of land use on soil health indicators in peri-urban agriculture in the humid forest zone of southern Cameroon. *Journal of environmental quality*, 35(6), 2402–2409.
- Mougeot, L. J. (2000). Urban agriculture: Definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. *Cities feeding people series; rept. 31*.
- Moustier, P. et Fall, S. A. (2004). Les dynamiques de l'agriculture urbaine: caractérisation et évaluation. *Développement durable de l'agriculture urbaine en Afrique francophone. Enjeux, concepts et méthodes*. Ottawa: Montpellier and IDRC, 23-43.
- Nation research council of the national academies. (2006). *Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables* (Washington, DC: The National Academies Press). doi:10.17226/11763
- Nothmann, J., Rylski, I. et Spigelman, M. (1979). Flowering-pattern, fruit growth and color development of eggplant during the cool season in a subtropical climate. *Scientia Horticulturae*, 11(3), 217-222. doi:10.1016/0304-4238(79)90002-5
- Nugent, R. (2000). The impact of urban agriculture on the household and local economies. Bakker N., Dubbeling M., Gündel S., Sabel-Koshella U., de Zeeuw H. *Growing cities, growing food. Urban agriculture on the policy agenda. Feldafing, Germany: Zentralstelle für Ernährung und Landwirtschaft (ZEL)*, 67-95.
- Opitz, I., Berges, R., Piorr, A. et Krikser, T. (2016). Contributing to food security in urban areas: Differences between urban agriculture and peri-urban agriculture in the Global North. *Agriculture and Human Values*, 33(2), 341–358.
- Orsini, F., Kahane, R., Nono-Womdim, R. et Gianquinto, G. (2013). Urban agriculture in the developing world: a review. *Agronomy for sustainable development*, 33(4), 695-720.
- O'Sullivan, C. A., Bonnett, G. D., McIntyre, C. L., Hochman, Z. et Wasson, A. P. (2019). Strategies to improve the productivity, product diversity and profitability of urban agriculture. *Agricultural Systems*, 174, 133–144.
- Palm, C., Vosti, S. A., Sanchez, P. A. et Ericksen, P. J. (2005). *Slash-and-burn agriculture: the search for alternatives*. Columbia University Press.
- Pasquet, R. S. et Baudoin, J.-P. (s. d.). Le niébé. Repéré à https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture-plantes-alimentaires/FICHES_PLANTES/niebe/Le-ni%C3%A9b%C3%A9-010012937.pdf
- Pearson, L. J., Pearson, L. et Pearson, C. J. (2010). Sustainable urban agriculture: stocktake and opportunities. *International journal of agricultural sustainability*, 8(1-2), 7-19.
- Polak, P., Nanes, B. et Adhikari, D. (1997). A Low Cost Drip Irrigation System for Small Farmers in Developing Countries1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 33(1), 119-124. doi:10.1111/j.1752-1688.1997.tb04088.x
- Pudup, M. B. (2008). It takes a garden: Cultivating citizen-subjects in organized garden projects. *Geoforum*, 39(3), 1228-1240.
- Pulighe, G. et Lupia, F. (2019). Multitemporal Geospatial Evaluation of Urban Agriculture and (Non)-Sustainable Food Self-Provisioning in Milan, Italy. *Sustainability*, 11(7), 1846.
- Rakocy, J., Masser, M. P. et Losordo, T. (2016). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture.

- Robineau, O. (2015). Toward a systemic analysis of city-agriculture interactions in West Africa: A geography of arrangements between actors. *Land Use Policy*, 49, 322–331.
- Ruet, J., Gambiez, M. et Lacour, E. (2007). Private appropriation of resource: Impact of peri-urban farmers selling water to Chennai Metropolitan Water Board. *Cities*, 24(2), 110–121.
- Sanyé-Mengual, E., Specht, K., Krikser, T., Vanni, C., Pennisi, G., Orsini, F. et Gianquinto, G. P. (2018). Social acceptance and perceived ecosystem services of urban agriculture in Southern Europe: The case of Bologna, Italy. *PLoS ONE*, 13(9). doi:10.1371/journal.pone.0200993
- Smit, J., Nasr, J. et Ratta, A. (2001). Urban agriculture yesterday and today. *J. Smit, J. Nasr & A. Ratta. Urban agriculture: food, jobs and sustainable cities*, 1-31.
- Specht, K., Weith, T., Swoboda, K. et Siebert, R. (2016). Socially acceptable urban agriculture businesses. *Agronomy for Sustainable Development*, 36(1), 17. doi:10.1007/s13593-016-0355-0
- Suerth, L. (2016). Urban agriculture: Composting. *Cities of farmers: Problems, possibilities and processes of producing food in cities*, 83.
- Thibault, P. (2003). *L'importance d'une irrigation adéquate dans la culture de la pomme de terre*. CRAAQ. Repéré à https://www.agrireseau.net/pdt/documents/Patrice_Thibault.pdf
- Torre, A. et Caron, A. (2005). Réflexions sur les dimensions négatives de la proximité: le cas des conflits d'usage et de voisinage. *Économie et institutions*, (6-7), 183–219.
- Ucheck Fomum, F. (s. d.). *Vernonia amygdalina* Delile. Repéré à <https://www.prota4u.org/database/protav8.asp?fr=1&g=pe&p=Vernonia+amygdalina+Delile>
- Universalis, E. (s. d.). Culture sur brûlis. *Encyclopædia Universalis*. Repéré à <http://www.universalis.fr/encyclopedie/culture-sur-brulis/>
- Van Veenhuizen, R. et Danso, G. (2007). *Profitability and sustainability of urban and periurban agriculture* (vol. 19). Food & Agriculture Org.
- Verboven, H. A., Aertsen, W., Brys, R. et Hermy, M. (2014). Pollination and seed set of an obligatory outcrossing plant in an urban–peri-urban gradient. *Perspectives in plant ecology, evolution and systematics*, 16(3), 121-131.
- Viljoen, A. et Bohn, K. (2012). Scarcity and Abundance: Urban Agriculture in Cuba and the US. *Architectural Design*, 82(4), 16-21. doi:10.1002/ad.1422
- Voigt, K. A. (2011). Pigs in the backyard or the barnyard: removing zoning impediments to urban agriculture. *BC Env'tl. Aff. L. Rev.*, 38, 537.
- Wolf, J., Van Wijk, M. S., Cheng, X., Hu, Y., Van Diepen, C. A., Jongbloed, A. W., ... Roetter, R. (2003). Urban and peri-urban agricultural production in Beijing municipality and its impact on water quality. *Environment and Urbanization*, 15(2), 141–156.
- Woodward, R. T. et Wui, Y.-S. (2001). The economic value of wetland services: a meta-analysis. *Ecological economics*, 37(2), 257–270.
- World Bank. (2019). How Can Bamako Become an Engine of Growth & Service Delivery? Tackle Urban and Institutional Fragmentation. *World Bank*. Repéré à <https://www.worldbank.org/en/country/mali/publication/how-can-bamako-become-an-engine-of-growth-service-delivery-tackle-urban-and-institutional-fragmentation>
- Yang, R.-Y. et Keding, G. B. (2009). Nutritional contributions of important African indigenous vegetables. Dans *African indigenous vegetables in urban agriculture* (p. 137-176). Routledge.
- Zhang, W., Ricketts, T. H., Kremen, C., Carney, K. et Swinton, S. M. (2007). Ecosystem services and dis-services to agriculture. *Ecological economics*, 64(2), 253–260.

Annexe 1 : Tableau récapitulatif des types d'AU et APU

Ce tableau présente certains des modèles d'agriculture urbaine (AU) évoqué lors de la revue de littérature. Il faut noter que ces modèles sont une typologie mentale destinée à aider à classifier les modèles d'AU et que certaines catégories pourraient être contestées.

Type AU	Organisation	Type de sol	AU/APU*	Intégration	Avantages	Inconvénients	Projets récents
Culture en structure fermée	Privée	Hors-sol (pots, caisses, etc.)	AU	Faible	Diversifié Possible même en cas de manque d'espace	Place limitée	Micro-jardins du Sénégal (FAO, 2010)
Jardin individuel	Privée	Sol	AU/APU	Nulle	Diversifié Agriculture commerciale et de consommation	Nécessite de la place	Sénégal, Cameroun, etc.
Ferme	Privée, entreprise	Sol	APU	Nulle	Agriculture commerciale et de consommation Peut s'accompagner d'élevage	Grande surface de terre nécessaire Usage de fertilisants plus fréquent	Fermes développés en Amérique latine (FAO, 2014)
Culture sur les toits	Privée (individuelle/collective)	Sol/hors-sol	AU	Forte	Sécurité alimentaire Réduction de l'empreinte écologique du bâtiment	Infrastructures importantes Accès difficile aux ressources	Toronto, Honk Kong, etc.
Hydroponie	Privée, entreprise	Substrat organique	AU/APU	Forte (intérieur)	Pallie le manque d'espace et/ou de nutriments	Investissements et infrastructures importants Nécessite de l'espace	Hydroponie à Cuba (manuel de la FAO, 1993)
Aquaponie	Privée, entreprise	Substrat organique	AU/APU	Forte (intérieur)	Pallie le manque d'espace et/ou de nutriments Culture combinée (élevage/culture)	Investissements et infrastructures importants Consommateur en énergie Nécessite de l'espace	En Afrique, projets au Kenya , Egypte , etc. Conseils de la FAO (2015) .

* AU = Agriculture urbaine, APU = Agriculture périurbaine

Annexe 2 : Liste de quelques légumes traditionnels cultivés au Mali

Nom commun	Nom scientifique	Parties utilisées	Caractéristiques de production
Patate douce	<i>Ipomoea batatas</i>	Feuille, tubercule	Adaptable à de nombreux types de sols, s'ils ont suffisamment de matière organique. Résiste aux sécheresses passagères, même si elle nécessite en général beaucoup d'eau (plus de 750 mm de pluie par an). (Dibi, Essis et Nzue, 2015) Sensible au taupin.
Piment	Majoritairement <i>Capsicum annum</i> et <i>C. frutescens</i>	Fruit, feuille	Nécessite un sol profond, riche en matière organique. Sensible aux maladies. (Fondio, Kouamé, Djidji A. et Aïdara, 2009) De nombreuses variétés locales.
Tomate	<i>Solanum spp.</i>	Fruit	Peu résistante aux températures extrêmes (moins de 10°C, plus de 35°C) (Leboeuf, 2004). De nombreuses variétés locales.
Haricot	<i>Fabaceae spp.</i>	Fruit	Sensible à la structure du sol (doit être aéré et bien drainé) et croissance lente. Plante fixant l'azote du sol. De nombreuses variétés locales. (Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA), s. d.)
Amarante	<i>Amaranthus spp.</i> (Espèce la plus commune : <i>Amaranthus cruentus</i>)	Graine, feuille	Plantes adaptées aux hautes températures, mais sensible au gel. Pousse sur tout type de sol. Germination rapide. (Nation research council of the national academies, 2006)
Faux-kapokier	<i>Bombax costatum</i>	Fleur et feuille	Arbre mesurant entre 5 et 15 mètres. Adapté aux sols secs, à la sécheresse et aux fortes températures. (CJB - African plant database, s. d.)
Gombo	<i>Abelmoschus esculentus</i>	Fruit, feuille	Sols humides. Résiste aux fortes chaleurs. (CJB - African plant database, 2010)
Baobab	<i>Adansonia digitata</i>	Fleur, fruit, graine	Arbre pérenne d'environ une quinzaine de mètres de hauteur. Résiste à la sécheresse et aux fortes températures. (CJB - African plant database, 2007a)
Pommier finsam	<i>Blighia sapida</i>	Arille	Arbre de 25 à 30 mètres. Adaptés à tous les sols, à l'exception de ceux étant engorgés d'eau. Résistant aux incendies, utilisé pour lutter contre l'érosion. (CJB - African plant database, 2006)

Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	Fruit, graine	Sols sablonneux. Grande résistance à la sécheresse. Nécessite un certain espace entre les rangées (2 mètres conseillés). (CJB - African plant database, 2007b)
Plante araignée	<i>Cleome gynandra</i>	Fleur, feuille	Plante adaptée au milieu humide. Convient à tous types de sols, y compris les sols perturbés (rocheux, etc.). (CJB - African plant database, 2007c)
Égousi-itoo	<i>Cucumeropsis mannii</i>	Feuille, fruit	Plante grimpante. Adaptée à différentes températures et milieu (humides et secs). Utilisé notamment dans l'agriculture sur brûlis. (CJB - African plant database, 2007d)
Courge, citrouille, courgette	<i>Cucurbita sp. (principalement Cucurbita Pepo, C. maxima et C. moschata)</i>	Feuille (fraîche ou séchée), fleur, fruit	Plantes annuelles, adaptables à de nombreuses conditions climatiques (température, humidité). De nombreuses variétés locales. (« Zoom », s. d.)
Mangue ou pomme sauvage	<i>Irvingia gabonensis</i>	Fruit	Arbre pouvant atteindre 50 mètres de hauteur (besoin d'espace) (CIFOR, s. d.). Utile pour contrôler l'émotion. Pousse dans les zones humides et à de hautes températures. (Nation research council of the national academies, 2006)
Luffa ou éponge gourde	<i>Luffa cylindrica</i>	Jeune feuille et fruit non mûr	Adaptées à de nombreux sols. Peuvent être cultivées sur un mur, entre 20 et 32°C en moyenne. (CJB - African plant database, 2012a)
Raifort ou moringa	<i>Moringa oleifera</i>	Feuille, gousse	Adaptés à tous types de sols (Mais supporte moins les plus humides). Températures élevées (entre 25 et 40°C). Croissance rapide. (CJB - African plant database, 2012b)
Pourpier	<i>Portulaca oleracea</i>	Feuille, tige	Plante à semis annuelle persistante. Très résistante aux fortes températures et à la sécheresse. (CJB - African plant database, 2007e)
Séné	<i>Senna tora</i>	Feuille	Plante annuelle, très résistante aux stress (pousse dans des milieux humides et secs). (CJB - African plant database, 2009)
Aubergine	<i>Solanum aethiopicum</i>	Fruit, feuille	Résistante aux fortes variations de température (de 10 à 35 °C). Ne supportant pas l'humidité excessive. (Nothmann, Rylski et Spigelman, 1979)
Pomme de terre zulu ou fra-fra	<i>Solenostemon rotundifolius</i>	Racine	Adaptée à différents types de sol. De nombreuses variétés locales. Peu

			résistante à la sécheresse. (Thibault, 2003)
Vernonie commune	<i>Vernonia amygdalina</i>	Feuille	Arbre pérenne, relativement tolérant à la sécheresse. Adaptée à plusieurs types de sol, notamment riches en matières organiques. (Ucheck Fomum, s. d.)
Niébé	<i>Vigna unguiculata</i>	Feuille, fourrage	Bonne adaptation aux changements de température et à la chaleur. Adaptée aux températures élevées, ne résiste pas au gel. Fixe l'azote du sol. (Pasquet et Baudoin, s. d.)
Macabo	<i>Xanthosoma sagittifolium</i>	Feuille	Région humide (plus de 1000 mm). Grande plasticité (température, sécheresse). (Catherinet, 1965)