

L'AQUAPONIE, NOURRIR LES VILLES DANS UNE LOGIQUE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE À IMPACTS POSITIFS

Steven Beckers

Fondateur, BIGH (Building Integrated GreenHouses)

Architecte accrédité C2C,

Conférencier et professeur invité, Bruface (Brussels Faculty of Engineering)



©BIGH-isopix

Architecte accrédité *Cradle to Cradle* et maître de conférences à l'Université Libre de Bruxelles, Steven Beckers est le fondateur du cabinet de conseil Lateral Thinking Factory, qui soutient la mise en œuvre de l'économie circulaire à impacts positifs dans le secteur immobilier. En 2015, après avoir mené différentes études sur le potentiel de la Région de Bruxelles-Capitale en matière d'agriculture urbaine, il fonde, selon le modèle berlinois de ECF Farmsystems, la société BIGH (Building Integrated GreenHouses) pour développer un modèle commercial de ferme urbaine basé sur l'aquaponie intégrée à des bâtiments, s'inspirant du concept de BIPV (installations photovoltaïques intégrées au bâti). La première ferme du réseau BIGH, la Ferme Abattoir, débute ses activités à Anderlecht, Bruxelles, en janvier 2018.

Premier site de production de la société BIGH, la Ferme Abattoir s'est installée dès 2015 sur le toit du Foodmet, une halle alimentaire sur le lieu-dit Abattoir à Anderlecht, Bruxelles. Conçue selon les principes de l'économie circulaire à impacts positifs, l'installation repose sur de nombreuses synergies entre la ferme, le bâtiment qui lui sert de support, son quartier et la ville elle-même. Le système de production en aquaponie, reliant les bassins de pisciculture aux serres horticoles, recrée un écosystème naturel dans un environnement artificiel, avec une production de déchets réduite, un apport énergétique limité et des effets positifs sur l'environnement. La ferme offre à la consommation urbaine des produits locaux de qualité tout au long de l'année (tomates, poissons, herbes aromatiques et fruits rouges). La vision défendue par BIGH avec la Ferme Abattoir est celle d'une agriculture urbaine productive dont le modèle économique repose principalement sur la vente de produits. L'ambition est à terme de pouvoir dupliquer le modèle en Belgique et en Europe.

INTRODUCTION

Avec de nombreux espaces vacants, notamment sur les toits, les villes possèdent une capacité productive sous-utilisée. En 2015, le cabinet Lateral Thinking Factory a cartographié 600 hectares de toits bruxellois et estimé à 60 hectares les surfaces valorisables pour des serres urbaines productives. Intégrées aux bâtiments, les serres permettent de produire des aliments au cœur des centres urbains, de créer des opportunités d'emploi, d'améliorer l'esthétique urbaine ainsi que la biodiversité. Elles permettent également de valoriser des ressources non-utilisées (surplus d'énergie, capture du dioxyde de carbone, récupération des eaux de pluie, etc.) tout en réduisant l'empreinte écologique des bâtiments eux-mêmes. Dans cette optique, la ferme urbaine en aquaponie – technique d'élevage de poissons et culture de plantes dans un écosystème en circuits fermés – développée par BIGH sur le toit du marché du Foodmet à Bruxelles vise à distribuer des produits de haute qualité en circuit courts et à inciter les citoyens à consommer localement. Elle propose aux Bruxellois des poissons, tomates et herbes aromatiques cultivées en plein centre urbain dans une logique d'économie circulaire à impacts positifs.

APPLIQUER À L'AGRICULTURE URBAINE LA DÉMARCHE D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE À IMPACTS POSITIFS

DE LA RÉDUCTION DES IMPACTS NÉGATIFS À LA CRÉATION D'IMPACTS POSITIFS : L'APPORT DU CRADLE TO CRADLE AU DÉVELOPPEMENT DURABLE

Le développement durable, tel qu'il a été défini lors du sommet de Rio en 1992, repose principalement sur la fixation d'objectifs de réduction de l'impact négatif des activités humaines, à travers des indicateurs tels que le volume de CO₂ émis, le volume d'eau consommée, ou le nombre de kilowattheures par m². Le risque de cette approche très quantitative est de se limiter à des objectifs qui peuvent rapidement devenir obsolètes. Par exemple, un projet architectural de grande envergure suit souvent un cycle de dix ans alors que les certifications évoluent en moyenne tous les 5 ans.

Pour éviter cet écueil, la conception *Cradle to Cradle* (« du berceau au berceau ») ou C2C propose de partir d'une analyse qualitative pour aller vers des objectifs quantitatifs. Il s'agit d'abord de définir une vision (ex : la création d'un quartier à air pur) avant de décliner des principes d'actions. Objectifs, stratégie, tactiques et indicateurs chiffrés ne sont fixés que dans un second temps (cf. schéma 1). Développé par le chimiste allemand Michael Braungart et l'architecte américain William McDonough au début des années 1990, le C2C vise à contrôler le processus de fabrication pour permettre de réutiliser tous les matériaux à l'infini. La matière n'est pas destinée à un simple recyclage (*downcycling*) mais aussi améliorée en vue d'un usage futur (*upcycling*). Il s'agit non seulement de réduire un impact négatif mais surtout de produire un impact positif.

Dans le domaine de l'architecture, les fondateurs du C2C résument leur approche du développement durable ainsi : « Si les bâtiments étaient comme des arbres, les villes seraient comme des forêts ». L'arbre produit en effet sa propre énergie par la photosynthèse, nettoie l'air en capturant le CO₂, filtre l'eau en même temps qu'il fournit nourriture et abri pour d'autres espèces et constitue une réserve de matériaux pour l'avenir. À son image, il est possible de

construire des bâtiments qui réalisent leur propre traitement de l'eau, le filtrage de leur air intérieur (par l'emploi de matériaux non-toxiques, de probiotiques et de plantes) mais qui sont aussi adaptables à plusieurs usages, agiles, et conçus comme des banques de matériaux pour l'avenir (projet européen de recherche *BAMB – Building As Material Banks*).

Cette approche de l'économie circulaire à impacts positifs repose sur une feuille de route progressive, et non sur un changement brutal de paradigme. Abandonner du jour au lendemain le recours à l'énergie fossile pour passer au tout électrique ou renoncer à l'utilisation du béton pour tout construire en bois : ces voies radicales risquent de déboucher sur des confrontations qui ralentiront la transition au lieu de l'accélérer. Pour une transformation globale des manières de construire et penser la ville, il faut avancer en parallèle sur l'invention des nouvelles façons de faire et l'amélioration des anciennes techniques : préconiser le bois tout en travaillant à l'élaboration des bétons à empreinte carbone positive, envisager aussi bien la mobilité électrique que l'hydrogène et l'air comprimé, tout en travaillant à la limitation des effets négatifs des énergies fossiles par exemple.

PENSER L'AGRICULTURE URBAINE SELON LES PRINCIPES D'ÉCONOMIE CIRCULAIRE À IMPACT POSITIF

Concevoir une ferme urbaine sous forme de serre sur les toits selon les principes de l'économie circulaire à impacts positifs consiste à créer des synergies entre la ferme, le bâtiment qui l'héberge et son environnement urbain. Il faut considérer une vision urbaine globale en analysant la qualité du site, de l'air, le cycle de l'eau, l'accès à l'énergie et aux matières premières mais aussi les réseaux de mobilité et de production alimentaire ainsi que la biodiversité. Il s'agit d'intégrer ces différentes dimensions, tout en veillant à concevoir des bâtiments modulables et à adopter une démarche zéro déchet, sans oublier l'aspect social du projet (cf. schéma 2).



- Ce que la ville et le bâtiment offrent à la ferme : la ville offre à la ferme urbaine l'accès au bassin d'emploi, la proximité avec les consommateurs, mais aussi le microclimat des toitures citadines. À l'abri du vent et sous l'effet des propriétés thermiques du béton, les toits atteignent en général 2 à 3 degrés de plus que la campagne environnante. Le taux de CO₂ y est aussi plus élevé, à 500/600 PPM contre 400 en moyenne à la campagne. Il ne faut pas oublier qu'avant d'être un gaz à effet de serre, le CO₂ est la matière première du vivant. La ferme peut aussi récupérer l'eau de pluie grâce à un système d'évacuation permettant de mettre en réserve l'eau des orages. L'exposition lumineuse du bâtiment peut également être exploitée via des panneaux solaires pour produire de l'électricité renouvelable. Le bâtiment fournit donc à la ferme une surface, de la chaleur et même le CO₂ émis par ses habitants ainsi que la connexion aux réseaux et un accès logistique.
- Ce que la ferme offre au bâtiment : en retour, la ferme offre au bâtiment une protection thermique, de l'isolation et remplace les frais d'entretien de la toiture par un loyer. Elle participe à la valorisation immobilière du bâtiment en améliorant son image et en diminuant son empreinte écologique. Certains modèles sont en réflexion, dans lesquels les propriétaires investissent même dans l'équipement de la serre, en vue d'apporter de la valeur au bâtiment.

Pour la ville, ces interactions positives (cf. schéma 3) permettent de produire toute l'année, sans recourir aux engrais de synthèse, aux antibiotiques ni aux pesticides, des aliments locaux de haute qualité, de l'humus et de la biomasse au-delà des besoins de la ferme. Elles offrent aussi plus de biodiversité à la ville et réduisent les îlots de chaleur urbains : la serre absorbe la chaleur tandis que l'humidité des plantes maintient la température



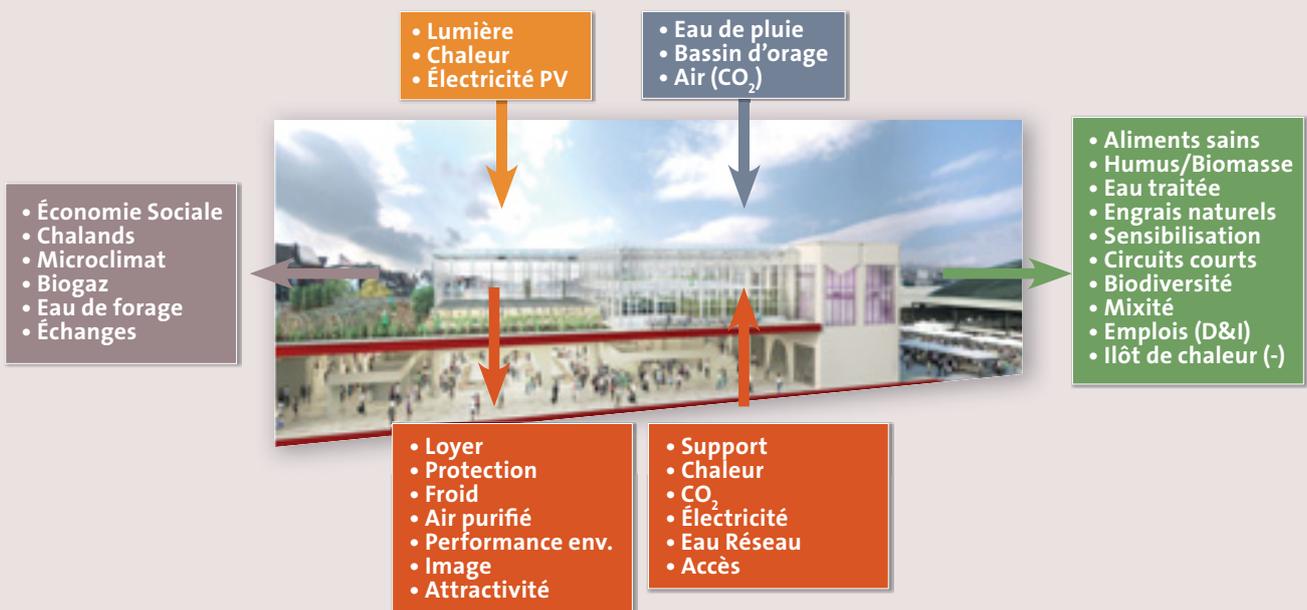
Ferme Abattoir sur le toit du Foodmet à Bruxelles - ©BIGH-isopix

en dessous de 26 °C. Dans ce modèle, la ferme urbaine devient un centre d'innovation en économie circulaire et de sensibilisation à l'alimentation saine. Elle permet également de créer des emplois directs et indirects et peut servir à l'insertion professionnelle de personnes exclues, en lien avec l'économie sociale et solidaire.

LE SITE BIGH ABATTOIR À BRUXELLES : UN MODÈLE INTÉGRÉ DE FERME URBAINE

Premier site de production de BIGH, la Ferme Abattoir est installée sur le toit du Foodmet, une halle alimentaire restaurée en 2015 sur le lieu-dit Abattoir à Anderlecht. La surface de 4 000 m² est répartie entre 2 000 m² de serres horticoles et

Les interactions positives de la ferme urbaine avec son environnement



Source : BIGH

Schéma 3

pisciculture, selon le modèle de l'aquaponie, et 2 000 m² de potagers productifs en extérieur. L'installation vise à recréer un écosystème naturel dans un environnement artificiel.

LA TECHNIQUE DE L'AQUAPONIE

Déjà couramment pratiquée chez les Incas et dans les rizières chinoises, l'aquaponie est une combinaison symbiotique entre l'aquaculture (pisciculture) et l'hydroponie (horticulture basée sur un substrat). Elle repose sur un processus bactérien : un filtrage biologique par des micro-organismes transforme en nitrates l'ammoniac contenu dans les urines de poissons et rend l'eau fertilisante pour les cultures, qui se nourrissent grâce au cycle de l'azote. Pour des raisons sanitaires et afin d'obtenir un poisson comestible, l'eau des plantes n'est que très partiellement rendue aux poissons dans le système aquaponique développé par BIGH (seule la condensation des vapeurs de la serre revient dans les réserves). Les poissons et les plantes n'ont en effet pas les mêmes besoins en termes de pH de l'eau (pH7 pour les poissons contre pH5 pour les plantes).

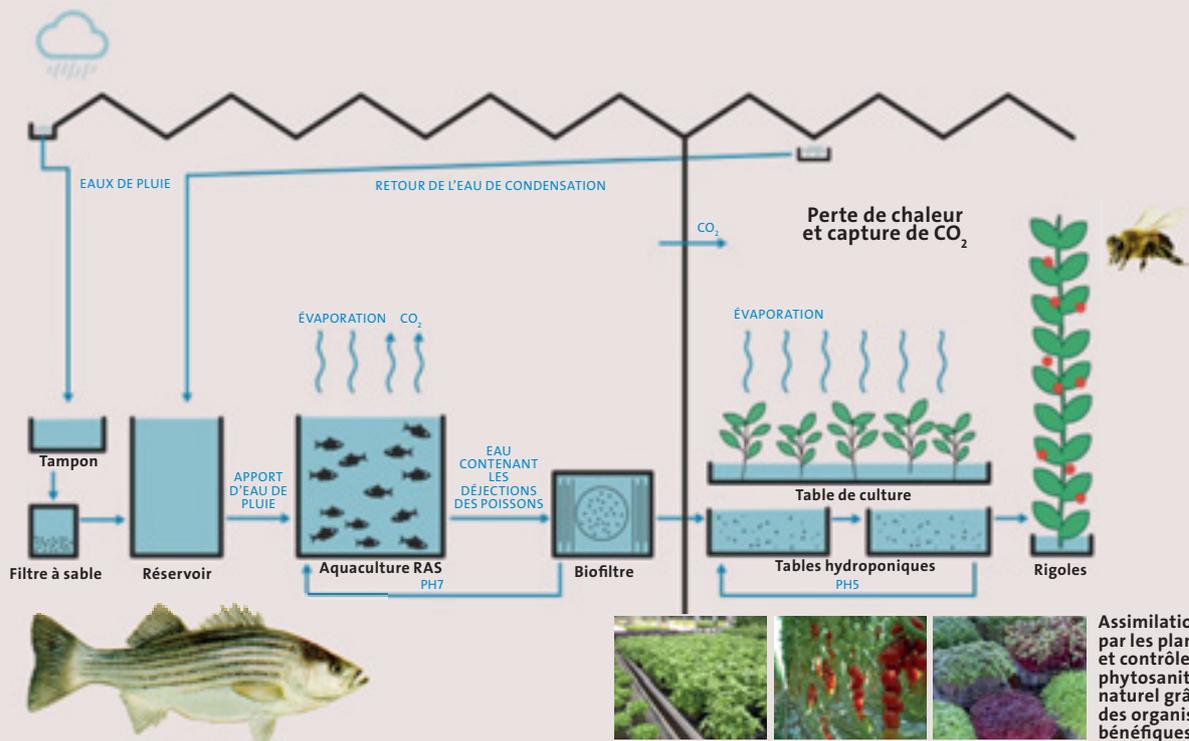
Élément essentiel dans l'économie circulaire, l'eau constitue, avec le CO₂ et les déchets organiques, la principale ressource de la ferme. Le système RAS (*Recirculating Aquaculture System* -

Concevoir une ferme urbaine selon les principes de l'économie circulaire à impacts positifs consiste à créer des synergies entre la ferme, le bâtiment qui l'héberge et son environnement urbain

Système Aquacole Recirculant) permet d'utiliser cent fois moins d'eau que les systèmes ouverts conventionnels. Même en période de canicule, la ferme consomme seulement 20 m³ d'eau forcée par jour pour alimenter les 200 m³ de bassins, nettoyés toutes les deux heures par un biofiltre, les plantes en serres et les jardins potagers (4 000 m² en tout). L'eau de pluie est également récoltée, filtrée et utilisée dans les bassins. Ces systèmes de filtration et l'utilisation de l'eau des poissons pour la culture hydroponique réduisent considérablement le volume des déchets de la ferme, contrairement aux systèmes aquacoles conventionnels où sont rejetées dans la nature des eaux polluées à l'ammoniaque et aux antibiotiques.

En apparence contraignants, le contrôle permanent des paramètres de l'écosystème aquaponique, très sensible, et sa tolérance zéro aux antibiotiques et produits chimiques sont en fait la garantie de la qualité sanitaire des aliments qui y sont produits. Le recours aux auxiliaires tels que les bourdons pour polliniser la serre et les acariens ou d'autres insectes pour lutter contre les nuisibles démontre l'absence d'intrants chimiques nocifs dans le système, qui fonctionne en boucle. Enfin, le CO₂ émis par les poissons est aussi valorisé : il est renvoyé vers la serre pour servir à la photosynthèse des plantes.

Le modèle d'aquaponie de BIGH farming



Source : BIGH

Schéma 4



Bassins d'élevage des poissons sur le site Abattoir - ©BIGH-isopix

2 000 m²
de serres horticoles
et pisciculture,
2 000 m²
de potagers
extérieurs

14
bassins,
60 000
bars rayés,
35 tonnes
de poissons
produites par an

UNE PRODUCTION AQUACOLE ET MARAÎCHÈRE AU CŒUR DE LA VILLE

Les 14 bassins de la ferme contiennent 60 000 bars rayés à différents stades de croissance. Chaque mois, 9 000 alevins sont importés d'une éclosérie en Israël. Poisson protégé vivant à l'état sauvage principalement dans les eaux saumâtres du fleuve Saint-Laurent, le bar rayé a été choisi pour ses propriétés gustatives et sa capacité à grandir en eau douce sur un cycle de 10 mois (contre 4 ans dans son environnement naturel). D'autres espèces très sensibles à la qualité de l'eau comme l'omble chevalier, le saumon de fontaine ou la truite peuvent également être produits en aquaponie. Les bars rayés sont élevés sans antibiotiques dans une eau à 23 degrés correspondant à leur température de confort, avec un flux permanent qui leur permet de nager à contrecourant. Nourris avec des aliments certifiés sans OGM et triés par tailles dans les bassins, les poissons sont vendus lorsqu'ils atteignent entre 350 et 600 grammes. Au total, 35 tonnes sont produites sur toute l'année et les poissons sont vendus éviscérés en commerces entre 18 et 22 €/kg selon leur taille.

La partie maraîchère de la ferme produit quant à elle trois types de cultures. Une serre abrite deux variétés de tomates cerises (rouges et jaunes) sur un support de tourbe de coco durant 34 semaines par an. Le choix des tomates a été guidé par leurs propriétés biologiques et gustatives : d'une part, elles absorbent beaucoup de nitrates pendant leur croissance et d'autre part, leur goût caractéristique permet au consommateur de juger facilement de la qualité du produit. 15 tonnes de tomates sont produites par an et vendues en vrac ou en grappes entre 15 et 25 euros le kilo, comme produit d'appel haut de gamme. Une autre serre abrite 600 m² de plantes bio en pot toute l'année : 2 700 pots d'herbes aromatiques comme le persil, la coriandre et

le basilic ou le thym sont produits chaque semaine. Enfin, le jardin extérieur, plus saisonnier, permet la production de légumes fruits et feuilles, de petits fruits rouges (mûres, framboises, myrtille, groseilles) de juin à septembre à destination des restaurants.

UN MODÈLE ÉCONOMIQUE DIVERSIFIÉ

Une typologie des différents types de projets d'agriculture urbaine permet de mieux situer la démarche de BIGH (cf. schéma 5). Une part très importante des installations existantes, à Bruxelles comme ailleurs en Europe, est le fait de projets associatifs qui utilisent les ressorts de l'agriculture urbaine pour créer du lien social. Viennent ensuite des installations à but évènementiel et marketing, à l'image de la serre et du jardin installés sur le toit du magasin de distribution Delhaize Boondael : au-delà du marketing, ces projets sans rentabilité économique servent aussi à influencer et sensibiliser les consommateurs aux pratiques durables. Par ailleurs, certaines entreprises ont développé des concepts de potagers comme service pour le compte de particuliers : des petits jardins privatifs sont cultivés pour des particuliers, parfois même gérés à distance via une application mobile. Enfin, le quatrième modèle d'installation d'agriculture urbaine est celui de la production réelle en milieu urbain, avec un modèle économique reposant principalement sur la vente des produits. Ces différents modèles ont des objectifs distincts mais pour autant complémentaires.

La ferme Abattoir de BIGH relève de la dernière catégorie. Son modèle économique est essentiellement fondé sur la vente de ses productions, via notamment la distribution « producteurs locaux » par Carrefour. Le modèle économique inclut également environ 100 000 euros de recettes tirées de l'organisation d'évènements d'entreprises et de visites. Le chiffre d'affaires



15 tonnes
de tomates et
170 000
pots d'herbes
aromatiques
produits par an.

Culture d'herbes aromatiques sous serre sur le site Abattoir - ©BIGH-isopix

Typologie des projets d'agriculture urbaine

**SOCIAL
ET ASSOCIATIF**



**ÉVÈNEMENTIEL
ET MARKETING**



**JARDINS LOCATIFS
(AVEC SERVICES)**



**PRODUCTION
ALIMENTAIRE
ET VENTE**



Source : Lateral Thinking Factory

Schéma 5

total sur la deuxième période d'activité est estimé à 1 million d'euros. L'objectif est d'atteindre la rentabilité à l'automne 2019. Le développement de la permaculture sur le potager en plein air ou, dans le cadre d'une installation future, le choix d'accorder plus de surface aux cultures sous tunnels et à la pisciculture pour augmenter les économies d'échelle et diversifier les productions permettront aussi d'accélérer le modèle économique de ce type de ferme. L'ouverture d'un restaurant par un tiers sur le site est également prévue, pour valoriser encore davantage la qualité des produits de la ferme.

La ferme emploie cinq personnes (ETP), dont deux ingénieurs spécialistes d'hydroponie et de pisciculture et un ingénieur agronome en charge de la gestion de la ferme. Du point de vue financier, un ensemble d'investisseurs privés et publics se sont rassemblés au sein de la BIGH Holding (Lateral Thinking Factory Development, Fidentia Green Buildings, Talence, Finance. Brussels SRIB) et un prêt de BNP Paribas Fortis a complété le financement. Si la Ferme Abattoir n'a pas pu bénéficier de subventions, BIGH Holding a reçu une aide publique en tant que jeune entreprise bruxelloise.

DES SYNERGIES SOCIALES ET ENVIRONNEMENTALES

Situé en zone prioritaire de développement, le site de la ferme Abattoir participe à la valorisation de ce quartier d'Anderlecht, en y implantant un lieu innovant et promouvant l'économie circulaire appliquée. À l'exception des petits fruits rouges cultivés en extérieur et destinés à des clients restaurateurs, les 2 000 m² de potagers extérieurs de la ferme sont consacrés à l'économie sociale et solidaire. Grâce au partenariat avec l'association Atelier Groot Eiland, une soixantaine de personnes handicapées ou en réinsertion ont été formées sur la ferme depuis son ouverture. Les produits du jardin sont servis dans le restaurant de l'association.



Potagers extérieurs de la ferme Abattoir - ©BIGH-isopix

En ce qui concerne la gestion environnementale, la ferme s'intègre dans le bâtiment du Foodmet selon les principes d'économie circulaire exposés plus haut. Elle fonctionne comme une sorte de tour de refroidissement : la chaleur des frigos installés aux étages inférieurs est récupérée par une pompe qui fournit 60 % du chauffage nécessaire à la serre et au système aquacole, tandis que les serres apportent du froid pour les frigos et les chambres froides du marché. De plus, l'électricité de la ferme provient en partie des panneaux solaires du Foodmet.

Enfin, la ferme s'intègre dans le quartier avec un minimum de nuisance : elle ne produit pas de mauvaises odeurs et la pollution lumineuse est réduite par l'usage d'éclairage à LED dans les serres et la protection par des stores horizontaux et verticaux la nuit. Le contrôle de la qualité sanitaire des produits est par ailleurs constant.

CONCLUSION

Dans les prochaines années, BIGH souhaite développer un réseau européen de fermes urbaines fonctionnant en synergie avec les bâtiments et sites industriels urbains qui leur servent de support pour associer production alimentaire et économie circulaire. Les sites urbains visés sont des surfaces de production brutes comprises entre 2 500 m² et 3 000 m², ou supérieures à ces valeurs. En Belgique, le développement de deux à trois autres fermes aquaponiques est envisagé et trois fermes sont en projet en région parisienne, dans les Hauts-de-France et près de Milan. Des installations plus grandes que la ferme Abattoir pourraient permettre de diversifier la production à l'intérieur de la serre : par exemple, la culture des tomates pourrait facilement être combinée avec des courgettes, en définissant différentes zones dans la serre. La valorisation du guano, excréments de poisson séparé de l'eau par filtres mécaniques, offrirait également

d'autres ressources à la ferme. Enfin, l'optimisation des techniques photovoltaïques actuelles permettrait d'accélérer l'autonomie énergétique du site, en installant des capteurs photovoltaïques sous le verre des serres.

S'il ne s'agit pas de remplacer les modes de culture ruraux, l'agriculture urbaine peut en revanche soulager les campagnes de certaines productions et inspirer les agriculteurs : sous certaines conditions, les principes de l'économie circulaire appliqués en ville peuvent en effet répondre aux enjeux de l'agriculture de manière plus globale.

Les espaces périurbains offrent également un fort potentiel de développement, avec leur coût réduit du foncier et leur accès aisé aux ressources en eau et énergie. Le modèle technologique de l'aquaponie peut par ailleurs constituer la première étape d'une application des principes de l'économie circulaire au traitement des eaux usées, en démontrant l'efficacité des techniques de filtrage de l'eau.



Culture de tomates en aquaponie sur le site Abattoir - ©BIGH-isopix