

## Les fermes maraîchères verticales

Équipements jusqu'à maintenant très exceptionnels, les fermes verticales *high tech* se développent rapidement dans les centres urbains d'Asie, d'Amérique du Nord et d'Europe occidentale. Pour autant, leur viabilité économique et leur intérêt agronomique, par rapport aux cultures de plein champ ou en serres, sont loin d'être établis. Pourquoi certains acteurs s'engagent-ils dans cette voie ? Quelles sont les solutions techniques mises en œuvre ? Avec quels *business models* et quelles perspectives d'avenir ? Cette note, basée sur des exemples concrets, apporte des éléments de réponse à ces questions.

L'agriculture urbaine est aujourd'hui promue comme vecteur d'alimentation durable, de qualité de vie et d'animation locale. Le plus souvent, il s'agit de petites activités d'autoproduction et de loisirs (jardins partagés, bacs sur les toits et les balcons, etc.). Activités de niche, ces initiatives sont limitées par le manque de foncier et l'intermittence de l'engagement citoyen. Le contexte artificialisé de la ville (ombre, voirie, pollutions de l'air et du sol, etc.) empêche leur déploiement à grande échelle. Secondairement alimentaire, leur contribution à l'approvisionnement des populations semble vouée à rester marginale.

Au-delà de ces cultures à vocation sociale, on s'intéressera ici principalement à l'agriculture urbaine à visée industrielle et productive, et plus particulièrement aux fermes verticales. Avec les avancées liées aux lampes LED, à la robotique et aux technologies de l'information, apparaissent des unités de production en salle sur plusieurs niveaux, à l'emprise au sol réduite, vouées à la culture intensive de végétaux, notamment des salades. Contrairement aux serres, ces fermes *high tech* se passent de la lumière naturelle et s'affranchissent de l'environnement extérieur (désaisonnalité, déterritorialisation). Leur ambition est forte : produire en masse des denrées de qualité, aux prix du marché, à tout moment, sous tout climat, au plus près des consommateurs et sans recours aux pesticides.

Ces fermes *indoor* restent exceptionnelles, bien peu ayant franchi les trois phases obligées de leur développement : phase de R&D, « caractérisée par la levée des incertitudes

majeures (caractéristiques techniques du produit, homologation) »<sup>1</sup>, celle de pré-industrialisation où sont levés les doutes sur le prix de revient industriel, et phase de régime permanent où les productions sont commercialisées dans les circuits de grande distribution. Ce faisant, elles s'inscrivent encore aujourd'hui dans une économie de « promesses technoscientifiques »<sup>2</sup>, de startups et de capital-risque.

La première partie rappelle quelques éléments historiques et décrit les principaux enjeux liés à ces nouveaux systèmes productifs. La partie suivante dresse un panorama des équipements en fonctionnement à travers le monde. Enfin, la troisième partie, plus prospective, évoque les épreuves de réalité que ces tours maraîchères devront franchir pour se déployer à grande échelle.

### 1 - Du mythe de la R&D horticole aux réalisations concrètes

Par le passé, de nombreux chercheurs et ingénieurs ont essayé de mettre au point des unités confinées, à petite échelle. La « ferme verticale » s'élabore ainsi, au cours du XX<sup>e</sup> siècle, comme un défi de R&D, comme un mythe rationnel capable de mobiliser et de « désigner les verrous technologiques à lever sur lesquels orienter l'effort scientifique et les aides publiques »<sup>3</sup>. Ce programme de travail, qui visait le contrôle des conditions environnementales, comportait aussi une part de croyance et de messianisme.

À partir de 1949, dans les pays des deux blocs, des « phytotrons » permettent d'étudier les rapports entre génotype et phénotype. Dès cette époque, les systèmes informatiques jouent un rôle central, donnant aux scientifiques « le contrôle du contrôle »<sup>4</sup>. De son côté, le complexe militaro-industriel américain développe des « systèmes de support de vie » pour les voyages dans l'espace ou en territoires polaires. Outre les projets de la NASA, pendant la Guerre froide<sup>5</sup>, General Electric mène un programme de « tomate parfaite » dans les années 1970, resté sans suite<sup>6</sup>.

Les pionniers de la verticalisation avaient des objectifs techniques précis, atteignables grâce aux progrès de la science. Mais ils cherchaient aussi à répondre aux grands enjeux de leur

1. Ponsard J.-P., 1993, « Gérer la recherche-développement comme un défi : quel rôle pour la planification ? », *Cahiers d'économie & sociologie rurale*, 28.

2. Joly P.-B., 2015, « Le régime des promesses technoscientifiques », dans Audétat M. (dir.), *Pourquoi tant de promesses ?*, Hermann.

3. Béfort N., 2016, *Pour une mésoéconomie de l'émergence de la bioéconomie*, université de Reims, p. 59.

4. Munns D., 2015, « The phytotronist and the phenotype », *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences*, 50, p. 29-40.

5. Wheeler R.M., 2017, « Agriculture for space: People and places paving the way », *Open Agriculture*, 2-1, p. 14-32.

6. Boards G.E., 1981, « The engineered tomato », *Electronics & Power, march*, p. 206.

époque. Ainsi, le souhait de lutter contre la faim dans le monde est présent, dès la fin des années 1920, avec l'effervescence autour des travaux de [W. F. Gericke](#) sur l'hydroponie. Lors de l'exposition horticole de 1964, [O. Ruthner](#) présente une tour maraîchère de 41 mètres qui connaît un grand retentissement. Cet ingénieur tente de contourner la difficulté de l'empilement des cultures avec un système de rotation vers le soleil complété par des lumières artificielles. La FAO en évalue alors l'utilité dans les régions fragiles<sup>7</sup>, puis ces travaux sont perdus de vue avec la révision des prévisions démographiques et la période de Détente.

De façon plus surprenante, pour une lignée de futurologues et d'architectes sensibles aux dégradations environnementales, intensifier l'agriculture hors-sol en contexte urbain devait permettre de rendre les campagnes à la nature. L'association entre fermes verticales et *land sparing* (économie de terres) est explicite chez l'écologue [D. Despommiers](#), qui popularise le concept de *vertical farm* à l'orée des années 2010<sup>8</sup>. Mais on la trouve, avant lui, dans la science-fiction des années 1950<sup>9</sup>, puis chez M. Takatsuji, qui conçoit les premières *plant factories* pour Hitachi dans les années 1970<sup>10</sup>.

Les actuelles unités de production confinées ont en commun, avec les serres, de s'inscrire dans cette histoire de l'agriculture dite « en environnement contrôlé »<sup>11</sup>. Dans les deux cas, des « recettes d'éclairage » jouent sur la quantité, la durée et l'intensité de radiation lumineuse, capteurs et systèmes d'information permettant de réguler chaque paramètre de croissance pour approcher le « potentiel agronomique » de la plante. Dans les serres en verre, le ratio rouge/bleu, qui commande le développement et l'architecture du végétal, est optimisé avec des filtres et des éclairages complémentaires, en fonction d'objectifs précis (compacité, ramification, couleur du feuillage, teneur en huiles essentielles, etc.)<sup>12</sup>. Cependant, les serres restent tributaires de la variabilité climatique (température, hygrométrie), et la partie non-contrôlable de l'ensoleillement efface certains bénéfices des éclairages complémentaires. Dès lors, un argument agronomique fort, en faveur des fermes verticales, est qu'il est plus simple de se passer complètement de l'éclairage naturel. Les diodes électroluminescentes (LED) le permettent, dont le coût a beaucoup diminué ces dernières années et qui produisent peu de chaleur.

Les questions de rendement, et plus généralement celle de la maîtrise du cycle végétatif, se posent dès qu'on considère ces productions. Les communiqués des entreprises impliquées dans ces modes de production invitent à l'optimisme, certaines se prévalant de productions 120 fois supérieures à la culture de pleine terre (Agricool, production de fraises), voire 350 fois supérieures (Aerofarms, légumes-feuilles). Certaines publications scientifiques vont dans le même sens<sup>13</sup>. L'interprétation de ces chiffres doit toutefois tenir compte du nombre de cycles et d'étages de l'installation : 10 cycles de laitue sur 10 étages (configuration haute), au lieu d'un seul en pleine terre (hypothèse basse), donnent déjà une production multipliée par 100 sur un an, à quoi s'ajoute une prime de rendement à l'hydroponie, liée à la meilleure absorption des nutriments.

De façon générale, les études sur le sujet font état de niveaux de production proches de ceux obtenus avec les itinéraires techniques habituels, plutôt que d'un grand saut de productivité. On ne dispose pas d'analyse de cycle de vie complète, mais des chercheurs ont couplé des modèles de croissance de la laitue avec des modèles climatiques en serre et en bâtiment, pour évaluer les résultats sous différentes latitudes<sup>14</sup>. Le même type d'analyse a été mené à partir de données enregistrées sur deux sites expérimentaux de Chiba<sup>15</sup>. Si la maîtrise des rejets dans l'environnement semble réelle, le recyclage des nutriments dans le cadre de boucles (comme en aquaponie) reste marginal. Le système réduit l'utilisation des ressources non remplaçables (phosphore, eau, foncier), mais l'utilisation de LED soulève la question de l'épuisement des terres rares, et toutes les études pointent du doigt la forte consommation d'électricité.

Enfin, les défenseurs des fermes verticales insistent sur leur dimension pro-environnementale. Ainsi, [Plenty](#) insiste sur les nouvelles technologies utilisées pour mettre au point des modèles de croissance (LED, caméras infrarouges, etc.) et sur le recours au biocontrôle (coccinelles). Agricool mentionne la pollinisation de ses fraisières par des bourdons et l'utilisation d'énergie renouvelable. Des schémas inspirés de l'écologie industrielle sont censés limiter l'utilisation des ressources. La consommation d'eau est optimisée. Les OGM sont rarement mis en avant, tandis que

la revendication de vendre des produits sains, voire équivalents au bio, revient fréquemment aux États-Unis où le label n'exclut pas les productions hors sol.

## 2 - Une agriculture techno-industrielle

On dénombrait en 2017 près de 400 fermes *indoor* en fonctionnement dans le monde et au moins autant de « projets en cours de développement, en phase de prototypage ou liés à la recherche et à l'enseignement »<sup>16</sup>. Les signalements de nouveaux projets, dans la presse spécialisée, sont fréquents. Le principal foyer d'activité se trouve en Asie, avec plus de 90 % des installations recensées : le Japon fait figure de pionnier avec près de 200 *plant factories* en fonctionnement ; Taïwan suit de près, avec une centaine de fermes<sup>17</sup> installées ; la Chine leur a emboîté le pas, avec 10 équipements en service mais 160 projets annoncés.

Les unités à éclairage artificiel intégral, qui nous intéressent ici, combinent au moins quatre composantes :

- Des modes de production hors-sol, permettant une installation en tous lieux. L'eau chargée de nutriments est apportée par des pompes et gouttières (hydroponie) ou pulvérisée sur les racines en brouillard (aéroponie).

- La conception des bâtiments vise à maîtriser le climat interne et les échanges avec l'extérieur : température, humidité, ventilation, enrichissement de l'air en CO<sub>2</sub>, contrôle de la pression pathogène.

- Un système d'éclairage sophistiqué, devant répondre aux besoins de photosynthèse des plantes, puisqu'empiler les cultures fait obstacle à la lumière.

- Des matériels végétaux de petite taille (notamment salades et plantes aromatiques), puisque l'écart inter-niveaux doit être réduit.

Pour qualifier ces systèmes productifs, on pourrait parler de « cultures multi-étagées en environnement confiné »<sup>18</sup>. Les autres désignations souvent retenues – *plant factories* au Japon, *indoor agriculture* ou *vertical farm* aux États-Unis, *city farming* aux Pays-Bas – tendent à brouiller la frontière avec les serres classiques, recourant à la lumière du soleil, associée ou pas à des éclairages artificiels.

Les données disponibles ne sont pas toujours fiables, en raison de la barrière de la langue, du

7. Januszkiwicz K., Jarmusz M., 2017, « [Envisioning urban farming for food Security during the climate change era. Vertical farm within highly urbanized areas](#) », *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci.*

8. Despommiers D., 2011, *The vertical farm. Feeding the world in the 21st Century*, Picador.

9. Kornbluth F., Pohl C.M., 1952, *The space merchants, Ballantine* ; Simak C. D., 1952, *City*, Gnome Press.

10. Takatsuji M., 1989, « [Fundamental study of plant factories](#) », *Plant factory*, 1, p. 31-47.

11. McCartney L., Lefsrud M., 2018, « [Protected agriculture in extreme environments: a review of controlled environment agriculture in tropical, arid,](#)

[polar, and urban locations](#) », *Applied Engineering in agriculture*, pp. 455-473.

12. Stapel O., 2016, « [Eclairage LED dans les productions végétales de demain](#) », intervention aux Journées d'Astredhor ; Morel-Chevillet P., 2019, « Cultiver sans soleil, mythe ou réalité », *Pour*, 234-235, p. 93-102.

13. Par exemple Tsouliatos D. *et al.*, 2016, « [Vertical farming increases lettuce yield per unit area compared to conventional horizontal hydroponics](#) », *Food and energy security*, 5(3), pp. 184-191.

14. Graamans L. *et al.*, 2018, « Plant factories versus greenhouses: Comparison of resource use efficiency », *Agricultural Systems*, 160, p. 31-43.

15. Kikuchi Y. *et al.*, 2018, « Environmental and resource use analysis of plant factories with energy technology options: A case study in Japan », *Journal of Cleaner Production*, 186, p. 703-717.

16. Morel-Chevillet G. (dir.), 2017, *Agriculteurs urbains*, Éditions France Agricole.

17. Kozai T. *et al.*, 2016, *Plant factory: an indoor vertical farming system for efficient quality food production*, chapitre 26, « Selected commercial PFALs in Japan and Taiwan », pp. 351-386.

18. Comme par exemple A. Chupin, chargé de l'innovation sur le projet Hrvst chez [La Florentaise](#).

secret industriel et des nombreux paramètres à prendre en compte : emprise au sol, estimations de surfaces, nombre d'étages en culture, légumes produits, publics visés. Les listes d'unités de production varient en fonction des critères et définitions retenus.

Au Japon, les *plant factories* commercialisent chacune de grandes quantités de laitues<sup>19</sup>. Par exemple, le site de Kameoka a été ouvert à Kyoto par Spread, en 2007, lors de la première vague d'investissements. Il produirait aujourd'hui 21 000 salades par jour, disponibles en sachet sous la marque [Vegetus](#) dans plus de 2 400 points de vente. Les deux bâtiments de 16 m de haut ont une emprise au sol de 2 868 m<sup>2</sup>, chacun ayant une unité de production de 900 m<sup>2</sup>, l'une sur 16 niveaux, l'autre 12, soit une surface en culture de 25 200 m<sup>2</sup>. Issue de la génération suivante, l'usine de Mirai à Miyagi produit 10 000 salades par jour dans 18 supports sur 6 à 15 niveaux et une emprise de 2 300 m<sup>2</sup>, en utilisant 17 500 lampes LED<sup>20</sup>. Dernièrement, fin 2018, Spread annonçait la mise en service d'une unité intégralement automatisée, capable de produire 30 000 salades/jour, censée servir de tremplin à un essaimage du concept de [Techno-Farm](#), avec des dizaines d'installations attendues à travers le monde. Les tours maraîchères de dernière génération utilisent des technologies de précision, qui se développent simultanément en agriculture classique *outdoor*<sup>21</sup>, mais avec les avantages du travail en bâtiment. Les *smart plant factories* trouvent naturellement leur place dans les modèles urbains que le pays souhaite largement exporter<sup>22</sup>.

En Amérique du Nord, une vingtaine de fermes *indoor* étaient en service en 2017<sup>23</sup>. Par exemple, [Aerofarms](#) met en marché sous la marque Dream Greens une gamme de légumes-pousses. Les produits sont cultivés dans d'anciens entrepôts réaffectés de Newark, dans

des tours de 6 à 10 mètres de haut (figure 1), et vendus au détail par Whole Foods et l'épicerie en ligne [FreshDirect](#). En Europe, les installations sont plus rares. En France, Agricool cultive des fraises à l'intérieur de conteneurs et a choisi une autre option que l'empilement des plans de culture : l'implantation sur des supports verticaux permet de densifier les plantations et de faciliter la circulation des personnes. Monoprix commercialise ces fraises à 4,50 € la barquette de 250 g, un prix présenté comme comparable au bio.

Ces usines agricoles sont donc une réalité, mais il convient de relativiser leur contribution à l'alimentation des villes. Par exemple, au Japon, leurs productions, dans une hypothèse haute, étaient estimées en 2014 à 0,6 %<sup>24</sup> de la production nationale, les surfaces concernées à 29 hectares, à comparer aux 42 280 hectares de serres ordinaires et tunnels, et aux 952 ha de serres avec contrôle environnemental poussé<sup>25</sup>. De plus, elles ne couvrent pas toujours tout le cycle de la plante, de la germination à la maturité. Les légumes-pousses sont plus facile à obtenir que des salades complètement formées, ne serait-ce que pour des raisons d'espace et de densité de plantation. Dans certains cas, les fermes verticales servent même de pépinières pour des productions classiques (cas de [Grafted Growers](#) avec ses plants de tomate à repiquer).

D'autres productions plus denses ou plus rémunératrices que les salades sont envisageables en mode confiné, à commencer par le cannabis thérapeutique, depuis longtemps cultivé ainsi dans les circuits illégaux. Enfin, la société allemande [InFarm](#) a implanté à Nanterre une production de plantes aromatiques dans des armoires climatisées (80 m<sup>2</sup> au sol), dans [les entrepôts de Metro](#), chaîne qui fournit notamment les restaurateurs indépendants.

### 3 - Des investissements lourds et des marchés confiants, mais encore bien des incertitudes

Les fermes verticales nécessitent des investissements lourds. Au Japon, les entreprises qui s'engagent dans cette voie ont peu d'attaches avec le secteur agricole. De grands groupes de l'électronique et de l'énergie, comme Hitachi, Mitsubishi ou Toshiba, ou de l'immobilier, comme Fudosan, créent des filiales pour leurs projets de *plant factories*. Les coûts de construction sont élevés : « près de 14 millions d'euros » pour l'usine Kameoka de Spread, « pour une emprise au sol de 2 868 m<sup>2</sup>, soit 4 850 €/m<sup>2</sup> d'investissement », chiffre à multiplier par 12 à 16 étages pour obtenir 25 000 m<sup>2</sup> de surface cultivée, soit « un investissement de l'ordre de 500 €/m<sup>2</sup> de culture »<sup>26</sup>. Pour limiter les frais, des bâtiments ont parfois été réaffectés. C'est le cas de l'usine Fujitsu de semi-conducteurs, à [Aizu-Wakamatsu Akisai](#), dans la zone de Fukushima. Dans le reste du monde, la centaine d'entreprises qui s'essaient à la production confinée sont de plus petite taille. Se présentant comme des startups vouées à « disrupter » l'agriculture, certaines réussissent à mobiliser des fonds considérables : 226 millions de dollars pour Plenty, l'apport principal provenant d'un fonds lié à un groupe japonais de télécommunications, 90 millions pour [Bowery](#), financé par Google Ventures, 28 millions d'euros pour le dernier tour de table d'Agricool, en France, qui a réuni la Banque publique d'investissement et des grands patrons innovants, etc.

Les stratégies de montée en échelle et de production en série sont déterminantes pour les investisseurs. L'idée de mettre au point une formule répliquable, sur un modèle de partenariats/franchises, est également mise en avant par Plenty, qui s'installe [aux Émirats arabes unis](#), ou Aerofarms, qui vise les centres urbains d'Amérique du Nord. En décalage avec cette stratégie d'implantation d'unités de grande taille, d'autres visent plutôt le créneau du « business to business » (B2B) du petit équipement de proximité (vente ou leasing à des restaurateurs). [ZipGrow](#) (Canada) propose un système de tours « clé en main ». Outre Agricool ou [Freight Farms](#), de nombreuses initiatives s'emploient à convertir des conteneurs. Dans

Figure 1 - Des locaux industriels réaffectés



Source : [Aerofarms](#) (Newark)

19. Price J. J., 2018, « [Global potential : understanding the drivers for vertical farm adoption in Asia](#) », World Agri-tech innovation summit, donne une liste des 20 plus grandes (emprise au sol et nombre de salades sorties par jour).

20. Voir <http://japan-product.com/ads/largest-plant-factory-with-led/>.

21. Chaire AgroTIC, 2018, « [Deep learning et agriculture](#) », 49 p.

22. Henriot C. *et al.*, 2018, « Perspectives asiatiques sur les Smart Cities », *Flux*, 114.

23. Morel-Chevillet G. (dir.), *op.cit.*

24. Newbean Capital, 2016, *The rise of Asia's indoor agriculture industry*.

25. Ministry of agriculture, fisheries and forestry, 2018, « [Situation of greenhouse horticulture](#) », february.

26. Morel-Chevillet G., 2017, *op.cit.*

ces différents cas, le dépôt de brevets sur les équipements doit garantir des revenus distincts de ceux tirés de la mise en marché des végétaux, et exponentiels quand les modules se banalisent.

Des investisseurs et industriels, au Japon et aux États-Unis, considèrent les fermes verticales comme une solution d'avenir pour les systèmes alimentaires. Assemblant des solutions techniques variées (physiologie végétale, mécanique, informatique, etc.), elles doivent encore supporter, sur la durée, différentes épreuves de réalité. Les exemples donnés précédemment indiquent de bonnes performances agronomiques (rendements, qualité), économiques et commerciales (disponibilité dans les rayons, financements, évaluation des risques) et un intérêt des opérateurs de la distribution alimentaire (maîtrise des approvisionnements, image dans l'opinion, traçabilité, etc.). Mais les résultats détaillés sont rarement accessibles et les signaux contradictoires bien tangibles.

De nombreux projets se sont soldés par des faillites. Aux États-Unis, le cas de [FarmedHere](#) (2011-2017), première ferme verticale aquaponique (légumes et poissons) à recevoir le

label bio (américain), a été [largement commenté](#). En Europe, la liquidation de [Plantagon](#), dont la campagne de *crowdfunding* annonçait l'ouverture de 10 sites à Stockholm d'ici 2020, montre qu'il est difficile d'écouler sur le marché des salades à un prix couvrant les frais. Au Japon, la situation est plus opaque, les conglomérats pouvant assumer des pertes transitoires pour s'assurer des positions futures. De plus, depuis 2009, les modalités de subvention placent les *plant factories* en partie hors marché. Dans ce pays, la préférence accordée aux productions nationales et la difficile réforme des structures foncières<sup>27</sup> dessinent une configuration spécifique, faussée au regard de l'épreuve marchande, les différentes parties prenantes s'accordant pour fermer les yeux sur les coûts réels.

Du point de vue de l'environnement, de nombreux observateurs relèvent la contradiction entre l'effort fait pour développer les énergies vertes (panneaux solaires, éoliennes) et l'utilisation des LED plutôt que du soleil pour éclairer des végétaux<sup>28</sup>, les perspectives de couplage entre énergies renouvelables et fermes verticales ressemblant à une fuite en avant technologique. En fonction des produits et de la conjoncture, la rareté relative des différentes ressources énergétiques déterminera sans doute l'intérêt, dans les prochaines années, des diverses options : plein champ, serres ou tours maraîchères. De fait, ces dernières ont sans doute un avenir différent selon les régions du monde ou des continents, et aussi à l'intérieur des pays : en France on ne manque pas de terres, mais la situation est différente dans des pays poldérisés ou montagneux comme le Japon, ou aux climats extrêmes comme la Russie et ceux du Moyen-Orient.

Enfin, des incertitudes fortes touchent les représentations et comportements des consommateurs. Quelle que soit la qualité des produits<sup>29</sup> qui seront vendus demain, ces nouveaux systèmes productifs vont à contresens de certains discours réclamant une agriculture plus naturelle, moins technicisée et intensive. Diversement sensibles à ces mutations, les stratégies des investisseurs et entrepreneurs dessinent selon nous trois scénarios pour l'avenir : celui de la tour maraîchère fordiste, où collaborent ingénieurs, contremaîtres et agents d'exécution ; celui d'une économie solidaire ou circulaire, faite de débrouille et de services mutuels autour de fermes confinées dispersées sur le territoire ; enfin le scénario d'une économie de plateforme, des dispositifs de franchise conciliant micro-entrepreneuriat localisé et investissements de grands groupes. Dans tous les cas, se posera aussi la question des modalités de travail au sein de ces tours maraîchères. Pour l'instant, les comptes-rendus de visite donnent à voir une réalité faite de tâches répétitives, dans des conditions parfois difficiles (lumière rose, chaleur et humidité, etc.) (figure 2)<sup>30</sup>.

\*

Pensées dès le milieu du XX<sup>e</sup> siècle, les fermes verticales de fruits et légumes ont été annoncées, à plusieurs reprises, comme une innovation à portée de main. Le registre futuriste l'emportait, en l'absence du socle d'innovations techniques et économiques nécessaires. Aujourd'hui, dans un monde de plus en plus urbain, dense et mobile, des entrepreneurs y voient le moyen de répondre simultanément à plusieurs grands enjeux alimentaires, environnementaux et logistiques.

Les projets et les équipements en fonctionnement comportent d'importantes zones d'incertitude : caractère énergivore, rentabilité économique, normes environnementales, attentes des consommateurs, etc. Les faillites ne suffisent pas à invalider les *business models* et l'optimisme des investisseurs, et les importantes levées de fonds de quelques startups, depuis 2015, pourraient même annoncer l'entrée dans une période de réelle industrialisation.

**Florent Bidaud**

Centre d'études et de prospective

Figure 2 - Des conditions de travail difficiles



Source : Goldstein H., 2018, « [The green promise of vertical farms](#) », IEEE Spectrum special report « [Blueprints for a miracle](#) », juin. Site photographié : Espec Mic Corp's VegetaFarm (Tokyo)

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation  
Secrétariat Général  
Service de la statistique et de la prospective  
Centre d'études et de prospective  
3 rue Barbet de Jouy  
75349 PARIS 07 SP  
Sites Internet : [www.agreste.agriculture.gouv.fr](http://www.agreste.agriculture.gouv.fr)  
[www.agriculture.gouv.fr](http://www.agriculture.gouv.fr)

Directrice de la publication : Béatrice Sédillot

Rédacteur en chef : Bruno Hérault  
Mel : [bruno.herault@agriculture.gouv.fr](mailto:bruno.herault@agriculture.gouv.fr)  
Tél. : 01 49 55 85 75

Composition : SSP  
Dépôt légal : À parution © 2019