

recupérer une part importante de la quantité d'énergie inéluctablement perdue lors de la production de froid. C'est d'autant plus important que ces pertes contribuent à la création d'îlots de chaleur dans les zones urbaines (voir la figure page ci-contre).

Il est important de souligner que les conditions de mise en œuvre de ces systèmes sont essentielles pour obtenir les résultats escomptés : importance du stockage, de la gestion fine des niveaux de production et de consommation, ainsi que des outils de communication, par exemple dans les « smart grid ».

Autre défi, favoriser l'utilisation de sources d'énergie propre aux dépens des énergies traditionnelles (fossiles et nucléaire). Parmi les sources d'énergie susceptibles d'être valorisées par les systèmes frigorifiques liés au bâtiment, citons les ressources aquifères, le solaire car en phase avec le besoin de climatisation, la biomasse, l'hydrogène... La politique énergétique du Danemark est un exemple de cette transition puisqu'elle vise une autonomie énergétique « renouvelable » d'ici à 2050. C'est aussi le cas de Helsinki, en Finlande (voir la figure ci-dessous).

Le développement de l'infrastructure « cloud » et celui de la gestion intelligente des équipements de climatisation sont aussi des axes de recherche incontournables. L'architecture décentralisée sera vraisemblablement utilisée massivement par les entreprises en charge de l'exploitation et de la maintenance de ces équipements afin de traiter puis d'analyser les données de fonctionnement. Le croisement de ces informations, avec d'autres de nature technique ou administrative, aidera à améliorer la qualité des services proposés.

LES AUTEURS

RODOLPHE DESBOIS ET
CRISTIAN MURESAN, ENGIE

La ville de Helsinki organise ses réseaux de chaleur et de refroidissement de façon à atteindre la neutralité carbone en 2050.

La raison d'être d'un bâtiment est la création d'un « intérieur », d'une ambiance maîtrisée. En gérant les rapports entre cet intérieur et le climat extérieur, l'enveloppe du bâtiment et le système de traitement d'air ont un rôle primordial en matière d'efficacité énergétique. La règle actuelle consiste fondamentalement à isoler l'intérieur du bâtiment de son environnement proche. Pourtant, le sol, l'air, le soleil, le ciel, le vent, offrent des sources potentielles d'énergie, en hiver comme en été. Peut-on exploiter ces éventuelles sources d'énergie en les faisant pénétrer dans les bâtiments ?

LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE

C'est le sens de la conception bioclimatique destinée à réduire les besoins de chauffage et surtout de refroidissement. Des bâtiments résidentiels et tertiaires pourraient réduire drastiquement le recours aux équipements de refroidissement en récupérant des frigories (qui sont au froid ce que les calories sont au chaud) disponibles dans l'environnement.

Parmi les solutions bioclimatiques les plus prometteuses, les équipes d'ENGIE Research en explorent de nombreuses. Ainsi, des revêtements avec des propriétés radiatives sélectives contrôlent les apports solaires ou bien augmentent les déperditions du bâtiment et des équipements associés par rayonnement sur des bandes de fréquences bien définies, et diminuent alors la température intérieure (on parle de « skycooling »).

On peut augmenter l'inertie thermique des bâtiments en intégrant des matériaux à changement de phase dans leur enveloppe et donc utiliser pendant la journée les frigories accumulées pendant la nuit.

Les solutions de « freecooling / géocooling » exploitent quant à elles les différents gisements de froid à disposition comme les eaux profondes marines et lacustres, les courants d'air froids, la neige en montagne, les nuits ou journées fraîches, les eaux souterraines.

Le secteur du bâtiment semble aujourd'hui suffisamment bien structuré pour répondre au défi de la transition énergétique. Concernant le froid, l'évolution technologique des méthodes de construction et de fabrication des systèmes frigorifiques se poursuit à grands pas même si le modèle économique associé peut se révéler « complexe » en fonction du cadre réglementaire du pays concerné. Au bout du compte, les États-Unis pourront peut-être rester toujours aussi frugivores sans pour autant réchauffer la planète. ■



Vers une agriculture neutre en émissions

© Stockit/shutterstock.com

Selon le département des affaires économiques et sociales de l'ONU, les villes en 2050 accueilleront plus de 66 % des 9 milliards d'habitants contre 43 % aujourd'hui. C'est près de 3 milliards de citadins de plus qu'en 2020. Cet accroissement démographique en milieu urbain imposera de produire plus de nourriture au plus près des villes, et ce avec une énergie toujours plus propre. Or la consommation énergétique du secteur agroalimentaire représente déjà plus de 30 % de la consommation globale d'énergie primaire et plus de 20 % des émissions de gaz à effet de serre.

Offrir une nourriture et une eau de bonne qualité et en quantité suffisante est un défi qui nous concerne tous : producteurs, transformateurs, transporteurs, distributeurs comme consommateurs. Sur notre Terre l'usage du sol, la biodiversité et les ressources souffrent déjà du dérèglement climatique. Ici, les périodes de sécheresse s'allongent et s'intensifient. Là, des gelées tardives ponctuent un printemps de plus en plus précoce. Dans ces conditions, comment produire plus et mieux en respectant les limites de la planète et en réduisant la compétition entre agriculture et production d'énergie, par exemple

LES AUTRICES
ELODIE LE CADRE LORET ET
BÉRENGÈRE GENOUVILLE,
ENGIE RESEARCH

à partir de panneaux solaires pouvant occuper de grandes surfaces ? ENGIE s'intéresse de près à ces problématiques. Pourquoi ?

Parce qu'il accompagne les consommateurs d'énergie au quotidien pour leur fournir une énergie plus verte et plus efficace au sein des villes et des territoires. Et justement, les agriculteurs et le secteur de l'agroalimentaire ont besoin d'énergie pour les véhicules agricoles, de chaleur pour sécher les récoltes avant le stockage, de froid pour conserver les produits bruts ou transformés, d'électricité pour irriguer, de matière organique pour la production de biogaz... ENGIE peut donc naturellement proposer des solutions intégrées pour fournir une énergie plus verte, améliorer l'efficacité énergétique de toute la chaîne de production d'aliments et même celle de fertilisants plus verts.

Néanmoins, chaque territoire ayant ses particularités, les technologies sont à adapter aux différents secteurs agricoles, aux différentes zones géographiques et aux différentes parties de la chaîne agroalimentaire. Pour répondre à cette diversité des situations, nous élaborons des projets sur le terrain en partenariats avec les agriculteurs et les agronomes pour répondre au plus près à leurs besoins.



Les secteurs de l'agriculture et de l'agroalimentaire, appelés à croître en raison de la démographie, ne pourront diminuer leur empreinte carbone qu'au prix de plusieurs changements d'habitudes de production. Les solutions existent.

L'électricité d'origine renouvelable peut aider à rendre plus verte l'agriculture.

Quelques exemples de projets pilotes montrent que l'on peut notablement diminuer l'impact carbone de notre alimentation. Ils répondent à trois questions. Quelles sont les technologies les plus prometteuses ? En quoi notre alimentation en sera-t-elle changée ? Polluerons-nous moins en mangeant des produits fabriqués à partir d'énergie locale ?

ENTRE CHAMP ET SERRE

Le premier projet porte sur la compétition entre différents usages de la terre. Il vise à produire plus de nourriture et d'énergie solaire sur une même surface en étudiant la meilleure combinaison de technologies de panneaux photovoltaïques et de cultures vivrières qui nécessitent de l'ombre pour favoriser leur croissance et ce dans plusieurs types de climat.

Le second pilote a pour objectif la réduction des émissions des cultures sous serres qui concernent en France une superficie d'environ 10 000 hectares, dont les deux tiers sont affectés aux cultures légumières. Il s'agit d'améliorer l'efficacité énergétique jusqu'à atteindre la neutralité carbone de ce type de cultures, sachant qu'aujourd'hui, elles consomment selon l'Ademe de 270 à 330 kilowattheures par mètre carré

selon les régions. Cette énergie représente en moyenne 22 % des charges de production directes des exploitations de cultures sous serres chauffées. Pour ce projet, un partenariat a été monté avec l'université Wageningen, aux Pays-Bas, pour concevoir une serre autonome, notamment en énergie. Une serre test est équipée en capteurs d'eau, d'humidité du sol, de lumière, d'oxygène, de CO₂,... afin d'optimiser la culture sous contrainte de niveau d'émission de CO₂ et de consommation énergétique.

VERS L'HYDROGÈNE VERT

Le troisième axe concerne la production d'engrais verts. Une culture a besoin d'eau et de CO₂, mais aussi de nutriments comme l'azote, le phosphore et le potassium. L'azote est apporté par divers composés synthétiques élaborés à partir d'ammoniac aujourd'hui synthétisé *via* le procédé Haber Bosch : l'hydrogénation d'azote atmosphérique gazeux par de l'hydrogène gazeux avec un catalyseur. L'hydrogène est le plus souvent produit à partir d'hydrocarbures. ENGIE développe de nouveaux procédés de production d'hydrogène vert sur la base de l'électrolyse de l'eau avec de l'électricité verte excédentaire. Ce procédé, qui serait utile pour concevoir des engrais verts, est aujourd'hui centralisé dans des usines de très grandes capacités. Un des enjeux est d'étudier l'intérêt technico-économique de délocaliser cette production au plus près de sa consommation. De la sorte, non seulement nous baisserions la pollution des sols, mais aussi celle de l'air en diminuant le transport des fertilisants. Ces solutions, déployées seules ou combinées, n'influenceront pas sur la qualité des produits consommés, mais diminueront leur empreinte carbone.

Ces initiatives ne sont pas isolées. Elles complètent un panel de solutions high-tech (agriculture de précision, agriculture urbaine...) et low-tech (le non-labour par exemple). Elles se développeront en parallèle à travers les villes du monde entier selon la taille des exploitations et la capacité des producteurs à adopter ces nouvelles technologies. À moyen terme, les changements technologiques les plus abordables et les plus matures, comme l'utilisation de nouveaux capteurs pour optimiser la production et les procédés, vont largement se généraliser. En parallèle, les consommateurs devront s'organiser et faire pression pour diminuer les émissions liées au transport des aliments, le gaspillage alimentaire et améliorer le traçage des produits.

Selon le dernier panorama des technologies émergentes du cabinet DNV GL, les citoyens tendront vers un partage des ressources locales sous forme de coopératives alimentaires basées sur des productions plus locales à faible impact carbone. C'est ainsi qu'une empreinte carbone totale minimale sera envisageable, de la fourche à la fourchette. ■