

Marc Delporte¹, Ariane Grisey², Jérôme Mousset³, Cédric Garnier⁴,
Marie Morel⁵, Jean-Baptiste Dollé⁶, Michel Marcon⁷

Performance énergétique des bâtiments agricoles

Définition de la variable

La performance énergétique des bâtiments agricoles se décline par type de bâtiment. Les principaux postes de consommation d'énergie directe (électricité et combustibles) sont les serres, les locaux d'élevage, les laiteries et les séchoirs.

La serre, qui permet de protéger de nombreuses cultures des aléas climatiques mais aussi d'exploiter le rayonnement solaire naturel, vise essentiellement à mettre les plantes dans des conditions de milieu non seulement plus favorables qu'en plein air, mais permet également d'allonger le calendrier de production et d'atteindre des rendements optimum. Afin d'assurer une production régulière, les producteurs ont eu recours à des systèmes de chauffage. Cette maîtrise du climat a ouvert la voie à d'autres avancées techniques permettant la réduction de l'usage des produits phytosanitaires ou une meilleure efficacité en eau. La consommation énergétique des serres maraîchères dépend du produit cultivé, de son créneau de production, de la qualité et du rendement du produit, mais également des caractéristiques de l'outil serre (âge, matériaux de couverture, équipements). Le gaz naturel est le combustible le plus répandu, suivi du fioul lourd.

Dans les élevages de porcs, le bâtiment joue un rôle central puisqu'il offre aux animaux non seulement un abri, mais aussi des conditions climatiques adaptées leur permettant d'exprimer pleinement leur potentiel génétique. Dans l'espèce porcine, les stades physiologiques les plus fragiles nécessitent de disposer d'installations de chauffage. En effet, après leur naissance et jusqu'à leur sevrage à environ 70 jours, les jeunes porcelets sont très sensibles au froid. Par ailleurs, l'utilisation de bâtiments fermés et clos néces-

site d'assurer en continu un renouvellement de l'air par ventilation mécanique dite « dynamique ». Le taux de renouvellement de l'air à l'intérieur d'une plage bordée par les exigences de confort des animaux est piloté pour réguler la température interne des salles. De plus, la réglementation impose un minimum d'éclairage de huit heures par jour. Bien que cet éclairage puisse être naturel (puits de lumière), la majorité des élevages optent pour un éclairage artificiel par tubes néon, afin de limiter les déperditions thermiques occasionnées par la présence d'ouvertures.

En élevage laitier, le bâtiment qui assure le logement des animaux est associé à l'installation de traite. Le logement des animaux est occupé toute ou partie de l'année selon le système d'alimentation. Il s'agit essentiellement de bâtiments à ventilation naturelle où les consommations d'énergie concernent principalement le fioul consommé par les engins de traction utilisés, le fonctionnement de la pompe à vide, la réfrigération du lait, le chauffage de l'eau, le raclage des déjections et l'éclairage.

Indicateurs pertinents de la variable

- Consommation énergétique : pour les serres en kWh/m²/an, pour l'élevage en kWh/truie/an, kWh/vache laitière, etc.
- Mesure de performance énergétique : consommation énergétique des serres ou bâtiments ramenée au rendement en kg (sur tomate grappe uniquement qui constitue le produit de référence), en nombre de tiges (produit de référence: la rose), en kg de carcasse vendue pour la production porcine ou en kg de lait.
- Mesure de l'impact économique : pourcentage de l'énergie dans les coûts de production, part des importations de tomate.

Acteurs concernés par la variable

Producteurs agricoles : serristes maraîchers, éleveurs et horticulteurs.
Groupements, coopératives et organisations de producteurs.
Fournisseurs (d'énergie primaire, d'aliments pour le bétail, de matériel pour les bâtiments, etc.).
Transporteurs, distributeurs.
Bureaux d'études (conseil en énergie, bilans carbone)

1. Direction Scientifique et Technique Fruits et Légumes, Ctifl

2. Chargée de programme Énergie et équipements des serres et Expertise serre légumes, Ctifl

3. Direction clients, ADEME

4. Service Agriculture et Forêts, ADEME

5. Chargée de mission technique, Astredhor

6. Chef de service, Institut de l'élevage

7. Ingénieur Bâtiments, IFIP Institut du porc

Pouvoirs publics.

Rétrospective de la variable

Tendances lourdes (TL) pour les bâtiments toutes filières confondues :

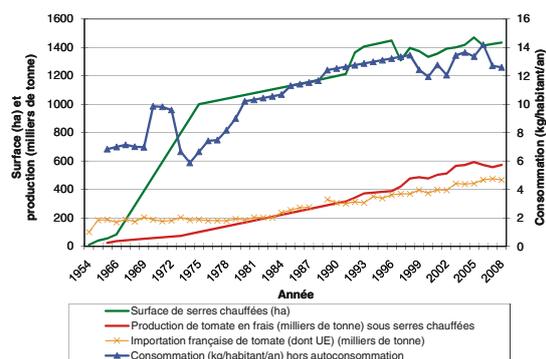
- Recours aux bâtiments dans un but d'intensification et d'élargissement des calendriers de productions (désaisonnalisation).
- Augmentation du prix de l'énergie fossile, des intrants et des taxes qui y sont liées (gaz naturel, fioul, engrais, plastiques, etc.).
- Alignement du prix de l'électricité sur les autres pays européens.
- Maintien à un niveau élevé des autres coûts de production, notamment la main-d'œuvre.
- Maintien d'une demande de consommation de produits frais (au niveau mondial, la demande progresse par les évolutions démographiques et économiques dans les pays en développement).
- Poids déterminant du prix dans les critères d'achat, s'agissant d'un produit brut.
- Rôle important des politiques publiques de soutien des filières.

TL : Développement des serres maraîchères chauffées, en particulier pour la production de tomates

En 1939, on comptait quelques hectares de serres maraîchères non chauffées. À partir de 1954, la construction des serres maraîchères s'est fortement développée. En France, le parc de serres chauffées concerne majoritairement la production de tomates (80 % des surfaces). La production maraîchère sous serres chauffées (hors gel exclu) représente actuellement 1 400 ha.

La tomate est exigeante sur le plan climatique et de la nutrition. La production sous serre a permis à la tomate de se hisser au premier rang des légumes frais consommés (12,5 kg par habitant et par an hors autoconsommation). La production totale française de tomate en frais est passée de près de 30 000 tonnes en 1965 à 570 000 tonnes aujourd'hui. Les importations de tomates représentent environ 450 000 tonnes (provenant majoritairement du Maroc et d'Espagne) et ont tendance à augmenter (figure 1). Le chauffage des serres a permis également de diversifier les bassins de production (un des bassins les plus importants de production de la tomate se trouve au nord-ouest de la France). Dans le sud de la France, les serres chauffées ont permis d'atteindre des rendements de près de 40 kg/m² contre 15 kg/m² dans des tunnels non chauffés (dont les surfaces sont en régression constante) avec un chiffre d'affaires nettement supérieur⁸.

Figure 1 – Surface de serres et bilan d'approvisionnement en tomates en France



Source : Données SCEES, Ctifl, CNIH, Agreste, Douanes françaises

TL : Grande variabilité des consommations énergétiques pour les serres maraîchères et horticoles

Le premier combustible utilisé en maraîchage était le charbon et le fioul domestique. En 1980, 70 % des serristes utilisaient du fioul domestique. Aujourd'hui, le gaz naturel est utilisé en combustible principal sur 77 % des serres françaises. 8 % des exploitations sont équipées de cogénération (valorisation de la chaleur et de l'électricité). Le chauffage des serres représente 350 ktep⁹ par an, soit 12 % de l'ensemble de la consommation énergétique directe totale de l'agriculture. La consommation énergétique des serres varie de 200 à 500 kWh/m²/an. Cette consommation dépend du créneau de production, de la gestion climatique et des équipements (l'utilisation d'un écran thermique permet de réduire de 20 à 30 % la consommation énergétique). L'énergie est le deuxième poste de charge après la main-d'œuvre, soit 25 à 40 % des coûts de production. Une politique de soutien aux investissements a été mise en place dès 1971, ce qui a permis d'augmenter les surfaces et de réguler le marché en assurant une meilleure gestion de l'offre et un élargissement du calendrier de production.

La production horticole française (plantes en pots et à massif et fleurs coupées, pépinières exclues) sous serres chauffées (hors gel exclu) représente actuellement 2 400 ha (sur 22 000 ha cultivés). Le gaz est l'énergie la plus utilisée (41 %) pour chauffer les serres, suivie du fioul domestique (36 %). Globalement, le gaz est l'énergie utilisée par les

8. Concernant la ressource en eau, la culture hors sol en tomate permet d'avoir une efficacité en eau 3 à 4 fois supérieure à la culture en sol. Les derniers travaux de recherche montrent que cette efficacité peut être également augmentée dans le cas des serres semi fermées

ou l'eau évapo-transpirée par les plantes est récupérée par condensation en fonctionnement de refroidissement.

9. D'après l'étude sur l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les serres, Ademe, Ctifl, Astredhor, INH, 2007

grandes entreprises et le fioul par les petites. 1 % des entreprises chauffe ses serres au bois. La consommation énergétique moyenne des serres horticoles est de 160 kWh/m²/an avec un écart type de 90 dû à trois facteurs de variation principaux : la puissance du système de chauffage, la région climatique concernée et les températures de consignes¹⁰. L'énergie est le deuxième poste de charges pour la filière plantes en pots et à massif, le premier pour la filière fleurs coupées.

Le contexte énergétique actuel, avec l'augmentation importante du coût des énergies fossiles touche très fortement les exploitations maraîchères sous serres chauffées : + 60 % pour le gaz naturel entre 2004 et fin 2008 (le gaz étant indexé sur le prix du pétrole), + 90 % pour le fioul sur la même période. En horticulture, la tendance est à consommer moins d'énergie, éviter les pertes nettes et valoriser au mieux la chaleur produite. La filière est sur ce point fortement concurrencée par les producteurs des Pays-Bas qui produisent leur électricité grâce aux serres horticoles par cogénération. La concurrence vient aussi des pays d'Afrique et d'Amérique du Sud qui, de par leur situation géographique favorable, produisent sans chauffage de nombreuses fleurs coupées à des prix très compétitifs.

Tendance émergente : Des leviers d'action de plus en plus mobilisés pour réduire les consommations énergétiques en serres maraîchères et horticoles

L'énergie a toujours été une préoccupation majeure pour le secteur. Depuis une dizaine d'années, les serres s'équipent d'écrans thermiques afin de réduire la consommation énergétique des serres de 20 % à 25 % environ. L'utilisation de la biomasse comme combustible a été multipliée par trois sur ces trois dernières années pour remplacer les énergies fossiles. De nombreuses améliorations au niveau de la conduite climatique en serre permettent également de réduire la consommation d'énergie de 10 % à 15 % environ. Des solutions alternatives aux énergies fossiles sont mises en place et certaines sont actuellement en expérimentation : déshumidificateur d'air, pompe à chaleur, serre capteur d'énergie, utilisation des rejets thermiques industriels. Avec des préoccupations économiques de plus en plus fortes, les énergies alternatives¹¹ (bois, biomasse, eaux chaudes industrielles) sont utilisées sur 8 % des surfaces en serres.

10. D'après l'étude sur l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie dans les serres, Ademe, Ctifl, Astredhor, INH, 2007

11. Les énergies alternatives comprennent les énergies renouvelables et les énergies fatales rejetées lors de process industriels

TL : Évolution vers une performance accrue des bâtiments d'élevage porcin

Dès le début des années 1960, les élevages traditionnels, rassemblant quelques porcs souvent dévolus à l'autoconsommation, se restructurent. Les « soues à cochon » sont peu à peu abandonnées au profit de bâtiments clos plus rationnels et plus modernes. Les évolutions techniques sont rapides au cours des années 1970 : conduite en bandes des troupeaux, bâtiments segmentés (salles) et spécialisés. L'essor du pouvoir d'achat au cours des trente glorieuses et la demande de viande qui l'accompagne favorisent le développement de la production¹², accompagné d'une augmentation de la taille des exploitations et d'un besoin accru en mécanisation et en énergie. L'agrandissement de la taille des exploitations et la recherche d'une productivité du travail élevée ont conduit à une importante automatisation des élevages qui s'est inévitablement accompagnée d'un accroissement de la consommation d'énergie. Le chauffage, la ventilation, l'éclairage et la distribution automatisée des aliments contribuent au bien-être sanitaire des animaux et au confort des éleveurs, mais ce modèle a aussi accru les consommations de ressources énergétiques.

Ces évolutions ont contribué à l'accroissement de la productivité des truies (de 15 à presque 22 porcs produits par truie présente et par an) et la vitesse de croissance des animaux (de 600 à 775 g/jour). D'une manière générale les bâtiments d'élevage de porcs consomment 1,18 TWh (101 ktep), soit 3,5 % de la consommation d'énergie directe totale de l'agriculture. La première source d'énergie utilisée est l'électricité (75 % du total). La consommation énergétique moyenne est de 983 kWh/truie/an, avec des écarts allant de 650 à 1 200 kWh/truie/an. Ces consommations dépendent de nombreux paramètres : degré d'automatisation de l'élevage, climat, pratiques de l'éleveur, qualité des équipements et des bâtiments.

TL : Faible part de l'énergie directe dans le coût de productions des porcs

L'énergie consommée de manière directe dans les élevages représente seulement 2 % à 3 % du coût de production (le premier poste étant l'aliment, avec 60 %). Cependant, la dépendance énergétique des élevages devient une préoccupation croissante avec l'élévation prévisible du prix de l'énergie fossile, même si par ailleurs le recours préférentiel à l'électricité permet de bénéficier d'un tarif attractif toujours régulé par

12. En 2008, la production porcine représente 25,7 millions de porcs abattus soit un troupeau de 1,2 millions de truies.

l'État. Le développement des bâtiments fermés a permis d'optimiser l'efficacité productive. La qualité du parc de bâtiments est donc un élément central de la compétitivité de cette production. Les élevages de porcs français restent ainsi peu autonomes au plan énergétique et une évolution défavorable des prix de l'énergie par rapport au prix de vente des produits serait pénalisante. Enfin, il convient de rappeler que, à côté des énergies consommées directement sur les exploitations, l'élevage de porcs utilise massivement des aliments composés industriels dont les matières premières (soja notamment) proviennent souvent de zones de production éloignées (continent américain). Le transport et l'ensemble des procédés de production de ces aliments consomment de l'énergie fossile qui est attribuée à la production porcine. Cette énergie indirecte est aussi à considérer ; elle est cependant minorée par une efficacité alimentaire élevée dont les bâtiments d'élevage de qualité sont les garants.

TL : Une amélioration de l'efficacité énergétique en élevage laitier

En élevage laitier, la consommation énergétique globale en bâtiment représente en moyenne 884 kWh/VL soit 128 Wh/l de lait. La moitié de ces consommations concerne l'électricité, et l'autre moitié le fioul. Ces consommations d'énergie pour 1 000 litres de lait se répartissent de la manière suivante :

- tank à lait (refroidissement) : environ 4 000 kWh/an
- pompe à vide : 2 500 à 4 000 kWh/an
- eau chaude : moins de 6 000 kWh/an.

Des équipements économes en énergie peuvent permettre de réduire la consommation d'électricité de 30 % environ. Le récupérateur de chaleur sur le tank à lait permet ainsi de préchauffer l'eau nécessaire au nettoyage de l'installation de traite. L'économie permise sur le chauffage de l'eau est de 80 %. De même, le pré-refroidisseur de lait permet de réduire les consommations du tank de 40 à 50 %. Une baisse de température de 5 °C dans la laiterie peut entraîner une diminution de 5 Wh/l soit 18 % d'économie. Enfin, les changements de pratiques d'élevage tendant à une moindre utilisation des engins de traction (augmentation du temps de pâturage, installation d'équipement électrique supprimant le recours au tracteur) ou à une moindre consommation horaire des engins (réglage des moteurs, conduite économe, organisation du site d'exploitation) permettent de réduire les consommations de fioul de 5 à 20 %.

Incertitudes majeures

- Niveau et progression du prix des énergies fossiles, accessibilité et pérennité des sources d'énergies renouvelables (EnR)

- Évolution de la tarification de l'électricité
- Évolution du comportement du consommateur face aux politiques publiques (Programme National Nutrition Santé et lutte contre l'obésité, affichage environnemental, saisonnalité) et à la communication des professionnels des filières
- Évolution du climat et ses impacts pour la consommation énergétique
- Évolution de la réglementation environnementale et impact sur les filières de production (taxation ou mise sous quotas du carbone notamment)
- Prise en compte du bien-être animal et conséquences sur les bâtiments d'élevage (en termes de disposition, de luminosité non artificielle, de taille, etc.).

Prospective de la variable

	Pro-activité face aux coûts de l'énergie	Réactivité
Accès à des énergies renouvelables et aux nouvelles technologies	H1	H2
Non accès et/ou coût réhibitoire		H3

Hypothèse 1

Adaptation graduelle et anticipée de la performance énergétique des bâtiments par des investissements

La progression modérée et anticipée du prix de l'énergie primaire conduit la plupart des agriculteurs à investir dans des bâtiments moins consommateurs d'énergie, ce qui devient une des premières préoccupations de la profession. Certaines technologies accessibles sont graduellement mobilisées (énergie-bois, pompe à chaleur, rejets thermiques, géothermie, serres semi-fermées, échangeurs de chaleur), d'autres nécessitent encore des expérimentations pour être utilisées à grande échelle. Ces investissements sont possibles grâce à une prise de conscience des professionnels, avec l'aide des conseillers et à la suite des bilans énergétiques de quelques exploitations. Localement, des agriculteurs ayant fait l'effort d'investir créent des émules compte tenu des effets économiques rapides.

De plus, des formations sur l'utilisation optimale des installations (chauffage, tanks à lait) ainsi que le développement de nouveaux équipements (thermostats automatiques par exemple) permettent de diminuer les consommations d'énergie. Ces investissements sont également facilités par des soutiens et par la réduction tendancielle du coût des technologies mobilisées.

Cette adaptation graduelle consiste pour les seristes à améliorer les surfaces couvertes et à intégrer également l'usage de variétés moins exigeantes en

température qui permettent de maintenir les rendements. Les bâtiments d'élevage et de traite intègrent également, petit à petit, les progrès technologiques de plus long terme comme la récupération de chaleur par échangeurs pour diminuer les déperditions thermiques, ce qui peut entraîner parfois une réorganisation des bâtiments. Les producteurs en horticulture ornementale produisent les types de plantes en fonction de la situation géographique et abandonnent localement la culture de certaines espèces trop demandeuses en énergie au profit d'espèces plus rustiques (hors quart sud-est de la France). La concurrence avec les pays du Sud est croissante sur les produits issus des serres maraîchères et horticoles et la situation des serristes horticulteurs et pépiniéristes reste difficile.

Hypothèse 2

Productions concentrées et localisées autour de nouveaux bâtiments agricoles

La hausse du prix de l'énergie directe sur plusieurs années consécutives est forte et se répercute sur les coûts de productions, ainsi qu'à court terme sur le prix de plusieurs matériaux de construction nécessaires à une meilleure performance énergétique (verres, plastiques). Les filières touchées en premier sont les serristes qui doivent faire face à l'augmentation des coûts de production liés à la main-d'œuvre et à l'augmentation de la pression parasitaire (plafonnement des rendements). Les éleveurs sont également touchés mais dans une moindre mesure. La taille des exploitations et/ou leur position commerciale restent un facteur déterminant de la viabilité économique des exploitations.

Une réduction importante du parc de serres maraîchères et horticoles a lieu en France. Seuls certains modèles de serre ayant accès à des ressources énergétiques de proximité et avec des investissements très importants restent viables économiquement : localisation stratégique, utilisation des énergies dites fatales ou perdues, géothermie, stockage thermique en aquifère, etc. Les entreprises de faible surface ou les entreprises non regroupées sont en grande difficulté. Cette redistribution géographique a un impact sur les coûts logistiques et les réseaux commerciaux. La forte diminution du nombre de serristes s'accompagne d'une crise de la profession liée aux nombreuses cessations d'activité et reconversions. La production de plein sol ou en sol sous abri froid se maintient sans compenser la perte de productions importantes des serres chauffées. De même, l'activité horticole sous serre chauffée connaît un fort recul sur l'ensemble du territoire et notamment dans le nord de la France. Les importations de produits horticoles ou maraîchers en provenance de pays

aux coûts logistiques ou de production plus faibles augmentent.

Pour les bâtiments d'élevage, un renouvellement du parc a lieu sous l'effet de la hausse des prix des énergies directes, qui se répercute également sur l'énergie indirecte (alimentation). Si les élevages laitiers sont peu affectés par cette hausse des prix de l'énergie, les filières de viandes cherchent à améliorer leurs performances énergétiques et à réduire leur consommation d'énergie : tendance au regroupement des élevages, production délocalisée d'énergie renouvelable notamment *via* la méthanisation associée parfois à la cogénération, nouvel attrait pour l'approvisionnement local en matières premières et pour la fabrication à la ferme des aliments. Les exploitations d'élevage qui s'en sortent le mieux sont celles qui revendent de l'électricité ou qui s'associent par contrat avec des serristes. La production de porcs reste concentrée (en Bretagne), ce qui contribue à limiter les dépenses d'énergie liées au transport d'animaux et d'aliments (économies d'agglomération) et renforce à la marge l'autonomie énergétique de la région autour de pôles d'exploitations.

Hypothèse 3

Crise profonde face à une hausse prolongée des prix de l'énergie

Dans un contexte de prix de l'énergie élevé et chaotique, les investissements dans des bâtiments moins consommateurs en énergie restent minoritaires. Seules certaines exploitations investissent pour maîtriser leur facture en énergie directe (chauffage et équipements). Le secteur des serres maraîchères, déjà fragilisé, ne peut répercuter la hausse des coûts de production : de nombreuses serres chauffées sont en grande difficulté. Les rares serres maraîchères qui subsistent sont celles dont la ressource énergétique est assurée par contrat (rejet thermique) ou assurant leurs propres énergies (exemple : stockage solaire) sur de grandes unités. Par conséquent, la production de tomates française se réduit fortement, avec des coûts logistiques pouvant devenir inabordables pour regrouper l'approvisionnement face aux acheteurs. En horticulture, seules les entreprises de pépinières perdurent.

Pour les bâtiments d'élevage, le coût de production affecte la rentabilité. Les éleveurs tentent de s'adapter, notamment en relocalisant les approvisionnements en alimentation. La production de bioénergie, attractive économiquement, peut également permettre d'améliorer le bilan financier, en particulier pour les filières avicole et porcine (méthanisation et cogénération). Les effluents des élevages sont transformés en engrais organiques qui sont mieux valorisés et se substituent partiellement aux

engrais minéraux devenus très onéreux. À l'horizon 2030, la plupart des grandes exploitations d'élevage deviennent productrices d'énergie et/ou d'engrais organiques, sous l'effet de ces contraintes externes et de politiques publiques incitatives. La filière laitière voit ses coûts de production augmenter par un poids croissant de l'énergie : sa compétitivité face à d'autres pays européens peut diminuer. Le secteur doit améliorer sa productivité et intégrer progressivement la production d'énergie renouvelable comme complément de revenu.

Variables liées

Prix du baril de pétrole, prix agricoles mondiaux, changement climatique et environnement pédo-climatique, accompagnement technique des agriculteurs, dialogue agriculteurs/société, modes de vie et comportement des consommateurs, logistique et transport de marchandises à l'échelle internationale, développement des EnR sur les exploitations, production de bioénergie, politique énergétique.