

Programmation Pluriannuelle de l'Énergie

Contributions d'élèves de l'école CentraleSupélec

Vingt-cinq élèves de CentraleSupélec se sont rassemblés pour rédiger cette contribution à la Programmation Pluriannuelle de l'énergie. Les opinions exprimées dans ce document n'engagent que leurs auteurs et ne sauraient refléter la position de CentraleSupélec. Les réflexions ont eu lieu dans le cadre d'un cours sur la transition climatique, à travers plusieurs séances de brainstorming collectives qui ont abouti aux recommandations présentées ci-dessous, arrangées autour de cinq thèmes:

INDUSTRIES DE L'ENERGIE

Devenir un leader européen en termes d'**énergies renouvelables**, au niveau domestique et surtout industriel, en encourageant l'innovation du stockage de l'énergie électrique,

Sortir des énergies fossiles en accompagnant la reconversion des personnes employées dans le secteur.

Désinvestir du **nucléaire**,

INDUSTRIES HORS ENERGIE

Améliorer l'**efficacité thermique** en introduisant des normes plus strictes et en investissant dans des réseaux de chaleur,

Mieux répartir la **consommation électrique** des usines dans le temps afin de limiter les besoins de stockage et de production,

Renforcer la **régulation** concernant les émissions, les risques économiques et l'optimisation des transports. Favoriser la recherche.

TRANSPORT ET MOBILITE

Favoriser des modes de **transports alternatifs** en soutenant la recherche et l'innovation, en développant les transports en commun et en reconsidérant le transport de marchandise,

Encourager le développement des **batteries plus durables**,

Modifier les **comportements** en régulant la présence des véhicules thermiques tout en repensant l'**aménagement du territoire et du travail**.

RESIDENTIEL ET TERTIAIRE

Encourager les **performances énergétiques** du parc immobilier en durcissant les normes sur le neuf et en encourageant la **rénovation**,

Favoriser la **transformation** du bâtiment en **formant** les artisans, et en **centralisant les aides**.

S'engager dans de nouveaux projets, tels que des **incinérateurs à chaleur récupérable**, ou des **purificateurs d'air**.

AGRICULTURE

Réduire les **émissions** des exploitations par l'amélioration de l'**efficacité énergétique** et la **réduction des déchets agricoles**,

Encourager la **baisse de la consommation et la production de viande** et l'émergence de formes d'**agriculture plus durable**,

Avec des outils politiques et économiques tels que le **recalibrage des subventions et des taxes** et l'**éducation** des citoyens à la consommation locale et durable.

Industries de l'énergie

Réduire production et consommation d'énergie

Il est important de rappeler que le premier levier d'action que nous avons pour une transition durable de notre système énergétique est la réduction de la consommation d'énergie, en production et en consommation. Nous mentionnerons l'efficacité énergétique et la sensibilisation du grand public dans les thèmes suivants. On peut aussi évoquer le fort taux d'exportation d'énergie électrique de la France, qui, bien que certainement politiquement et économiquement intéressant, n'est pas cohérent avec la démarche de transition énergétique.

ENERGIES RENOUVELABLES

Investir dans le renouvelable

La France est loin d'exploiter tout le potentiel des énergies renouvelables et ne se situe que dans la moyenne européenne. Les subventions aux énergies durables doivent continuer, et les investissements devraient être favorisés. Un des scénarios de RTE [1] prévoit que la part des renouvelables dans la production d'électricité pourrait atteindre 70% en 2035. Il nous semble important que les énergies renouvelables soient développées au niveau national, mais aussi domestique et industriel. En tant que jeune génération, nous souhaiterions que le gouvernement fasse le nécessaire pour encourager et favoriser un développement en ce sens pour **devenir un leader européen et mondial en termes d'énergies renouvelables**.

Encourager l'innovation du stockage de l'énergie électrique

Que ce soit pour compenser l'intermittance des sources d'énergies renouvelables ou pour permettre une plus grande autonomie des véhicules électriques, le stockage de l'énergie électrique est un enjeu majeur. La recherche doit donc continuer et être encouragée pour trouver des moyens innovants et durables. La piste du **stockage par hydrogène** mérite spécifiquement d'être approfondie; on utilise l'électricité pour produire de l'hydrogène qui peut ensuite être reconverti en électricité ou être vendu comme carburant.

ENERGIES FOSSILES

Reconvertir les centrales à énergie fossile

En France, 10.3% de la production d'électricité se fait au moyen de centrale à énergie fossile. Cette production est assurée par 12 centrales qui emploient près de 15000 personnes. Le respect des accords sur les gaz à effet de serre nécessite que ces centrales soient fermées et démantelées. Leurs ouvriers devront donc se reconverter, ce qui représente un coût de 20 millions d'euros. Cependant, **le stockage sous forme d'hydrogène nécessite des centrales thermiques** pour reconvertir l'hydrogène en électricité. Une partie des centrales pourra donc être utilisée pour cette production et aura seulement besoin d'être modifiée. Les ouvriers auraient également besoin de peu de formations pour s'adapter à ce nouveau travail.

NUCLEAIRE

Réduire les pics de consommation électrique pour réduire le nucléaire

L'énergie nucléaire a l'avantage considérable de permettre la production continue d'énergie électrique et d'émettre très peu de gaz à effet de serre, contrairement aux autres sources d'énergies sur le marché. Cependant, en réduisant les pics de consommation d'électricité grâce aux réseaux intelligents par exemple, les centrales nucléaires surdimensionnées deviennent de moins en moins nécessaires et pourraient alors laisser place aux énergies renouvelables. Par ailleurs, c'est une énergie dont les risques sont difficilement maîtrisés et qui représente un poste de coût disproportionné lorsque sont pris en compte le renouvellement, le démantèlement et la gestion des déchets nucléaires.

Ainsi, nous souhaiterions que le gouvernement **confirme et maintienne son engagement de diminution de la part du nucléaire dans le mix énergétique français**.

[1] REN-21, Renewables 2016 Global Status Report - 2017

Industries hors énergie

AMELIORER L'EFFICACITE THERMIQUE

Prendre conscience des défauts actuels de l'industrie

Le secteur de la création de chaleur représente presque 70% des dépenses énergétiques dans l'industrie française, d'après une étude du CEREN menée en 2014. Une partie non négligeable de cette dépense est liée à une mauvaise isolation thermique des sites industriels, ce qui nécessite des dépenses d'énergie supplémentaires; mais ce sont par-dessus tout les procédés industriels qui sont les plus énergivores.

Réduire la tolérance des normes RT (rendement thermique)

En effet, les sites industriels bénéficient aujourd'hui d'une réelle indulgence vis-à-vis du domaine tertiaire, puisque celui-ci est limité à une consommation annuelle de 100 kWh.m², contre 350 kWh.m² pour le domaine tertiaire. L'indulgence est de mise, étant donné les différences entre ces deux domaines, mais pas dans de telles proportions. Il serait donc pertinent de **durcir les normes RT** s'appliquant aux industries, tout en garantissant un accompagnement de l'état pour les entreprises concernées.

Favoriser la recherche en matière de rendement thermique

Les technologies de réutilisation de chaleur et d'optimisation de consommation en amont à l'intérieur des machines existent déjà mais sont encore trop peu développées pour pouvoir être appliquées à grande échelle. Un effort de **recherche** est donc nécessaire et pourrait être accéléré par l'allocation de fonds et la constitution d'un portefeuille dédié.

Subventionner les réseaux de chaleurs dans certains pôles industriels

Les pertes thermiques étant inévitables dans une certaine mesure, il serait intéressant de développer des systèmes de **récupération de la chaleur** émise par les procédés industriels en mettant en place des réseaux de chaleur. En effet, en aidant à l'installation d'infrastructures permettant la revente d'énergie jusqu'alors perdue, les entreprises verraient un intérêt économique supplémentaire dans l'optimisation de leur rendement thermique. Une fois installés, l'état pourra rester propriétaire et taxer les échanges énergétiques effectués ou bien revendre ses parts afin de rentabiliser son investissement à long terme. Un effet collatéral serait aussi l'amélioration des conditions de travail des ouvriers sur les sites industriels en régulant mieux la température dans les bâtiments. Celle-ci atteint souvent des températures extrêmes en été et en hiver.

ETALER LES CONSOMMATION ELECTRIQUE

La nécessité de réformer la consommation électrique des usines

Les objectifs fixés par le gouvernement dans le cadre de la transition climatique (diminution des gaz à effet de serre, diminution du nucléaire, ...) passent en grande partie par une **réduction de la consommation électrique**. Une optimisation de la consommation électrique des usines s'impose alors, et est rendue possible notamment par les nouvelles technologies de **mesure de consommation en temps réel, de traitement des données, et par la décentralisation** à venir de la production énergétique.

Mettre en place une régulation stricte

Le gouvernement peut obliger les usines consommatrices de courant à adapter leur consommation électrique selon un emploi du temps régulé par une institution de l'état. Il faudrait ainsi créer une institution responsable de l'élaboration de l'emploi du temps et du respect de leurs règles par les entreprises; mettre en place un système national de mesures de production électrique, ainsi que d'outils d'analyse numérique pour établir les **quotas temporels de consommation**; et augmenter le prix de l'électricité pour les entreprises ne respectant pas la régulation.

Cela permettrait aux usines d'adapter leur consommation aux ressources disponibles, ce qui serait très bénéfique pour le projet de transition énergétique, puisque la meilleure gestion des pics de consommation induite permettrait de réduire les besoins de stockage et de production.



Industries hors énergie

ENCADRER LA RESTRUCTURATION DE L'INDUSTRIE

Des normes sur les émissions de gaz à effet de serre et les déchets

L'industrie hors énergie était responsable d'environ 20% des émissions française de CO₂ d'après le ministère de l'Écologie en 2014, et elle participe activement, à travers sa production massive de déchets, à la dégradation de l'environnement et à des désastres écologiques et biologiques sans précédent.

Les outils de marché ou de taxes s'étant avérés peu concluant, en particulier le marché du carbone européen, la solution peut être trouvée dans la **régulation directe**. Des normes plus strictes et cohérentes avec les objectifs environnementaux de la France sur les émissions et la production de déchets, avec des amendes et possibles poursuites judiciaires en cas de non respect, nous semblent plus appropriés.

Organiser la recherche et l'accessibilité des résultats

Un organisme dont les membres seront issus du monde de la recherche et de l'industrie devra établir les sujets de recherche prioritaires puis les distribuer parmi les laboratoires publics et les départements de R&D. Il sera chargé d'évaluer la pertinence des pistes de recherche, et les solutions les plus satisfaisantes seront adoptées comme nouvelles normes dès qu'elles seront disponibles pour tous.

Il est par ailleurs urgent de travailler sur un système de **brevetage alternatif**, car le système actuel ne favorise pas le partage des techniques. On pourrait par exemple favoriser des **brevets courts pour les solutions déployables rapidement**, tandis que d'autres technologies pourraient n'être protégées qu'à l'international de façon à être utilisable par tous en France.

Il est par ailleurs impératif d'augmenter les dotations faites aux laboratoires travaillant sur de tels projets, de façon à obtenir des résultats concrets dans un délai raisonnable, et d'offrir des tarifs préférentiels sur le marché du carbone aux entreprises performantes par rapport aux normes, de façon à favoriser l'acquisition des nouvelles technologies.

Contrôler le risque économique d'une telle transition

La transition nécessite une mise à niveau des installations qui peut être trop coûteuse pour des PME et favorisera donc les plus grands groupes qui sont capables de se moderniser rapidement, d'où la nécessité de faciliter le retour des acteurs secondaires dès la transition finie en vue d'éviter un oligopole. Par ailleurs, la mise sous tutelle de la recherche privée et l'affaiblissement de la propriété intellectuelle dans ce domaine seront compensés par un remboursement partiel ou total des frais liés à une innovation concernée par les nouveaux brevets.

DIMINUER LA POLLUTION LIEE AU TRANSPORT

Relocaliser les industries

Il faut réduire drastiquement l'impact écologique des transports, et le transport de marchandises est une cible de choix, puisqu'à cause de son faible coût, il est aujourd'hui utilisé de façon excessive. Une piste de solution à ce problème serait de jouer sur la localisation des industries afin qu'elles soient plus proches à la fois de leurs clients et de leurs fournisseurs. Il y a donc un système de placement intelligent à mettre en place entre les zones commerciales et industrielles, qui permettrait de limiter les émissions de CO₂, mais aussi potentiellement l'utilisation d'emballages intermédiaires.

Financer les producteurs locaux

Dans la même optique, une autre manière de diminuer les émissions serait de mettre en place une consommation locale et/ou principalement nationale en favorisant financièrement, via des aides aux producteurs locaux ou des taxes sur les produits étrangers. Cependant, il faut rester prudent face à ce genre de mesures pour ne pas créer de conflit politique interétatique.

Favoriser la transition vers des transports plus propres

Enfin, le meilleur moyen serait de capitaliser sur les véhicules propres, notamment les poids lourds voire avions et bateaux. Cela probablement deviendra possible dans les années à venir.

FAVORISER LES TRANSPORTS ALTERNATIFS

Continuer de développer les transports en commun

Il est indéniable qu'un réseau de transport en commun ayant un maillage territorial suffisant et pertinent est un moyen efficace de gérer à la fois les problèmes environnementaux et d'urbanisme. En revanche, nous ne pouvons dissocier le problème écologique du problème économique. La **gratuité des abonnements de transports** peut être un bon incitateur pour booster l'utilisation du réseau de transport en commun. En France, Niort fait payer les entreprises pour financer son plan de transport gratuit. Ce paiement par les entreprises pourrait prendre la forme d'une taxe échelonnée en fonction de ses émissions carbone, une taxe qui pourrait également servir à récompenser des entreprises prenant des initiatives écologiques.

Par ailleurs, la solution intermédiaire du transport participatif (covoiturage) est une option très pertinente et mérite que l'on continue de la valoriser.

Reconsidérer le transport de marchandise

Aujourd'hui, 88% du transport de fret est réalisé par la route, 10% via fret ferroviaire et 2% par voie fluviale, la route étant le plus polluant des trois modes de transports.

Les **trains de marchandises sont à encourager** au détriment des camions. Pour éviter les problèmes de chargement et déchargement, le développement du ferroutage nous apparaît être une bonne solution. Pour être viable pour les professionnels, la **mise en place de réseaux, de lignes européennes** nous paraît important afin d'éviter les changements d'opérateurs trop fréquents, les déchargements chronophages... qui n'avantageraient pas vraiment le ferroutage par rapport au transport routier basique. Le lancement de ce débat au niveau européen apparaît donc nécessaire.

De la même manière, le développement du transport fluvial, basé sur des ferries plus propres (par exemple, propulsés au GNL) pourrait être envisagé.

Nouveaux carburants, nouvelles voitures

Les voitures électriques se positionnent comme une alternative crédible aux nouveaux types de propulsion, et la recherche sur les moyens de stockage de l'énergie électrique doit être encouragée. Par ailleurs, les **avantages fiscaux pourraient être promis aux entreprises qui possèderaient une flotte de véhicule entièrement électrique**. Le service public peut ouvrir la voie et montrer l'exemple en renouvelant elle-même sa flotte. Le réseau de bornes de rechargement doit également être fortement développé pour limiter les contraintes chez les utilisateurs de véhicules électriques.

Il peut aussi être envisagé de travailler sur un rééchelonnement des bonus-malus pour l'achat de voitures en fonction de leur nature. Aujourd'hui ces bonus ne sont présents que sur les véhicules électriques. Rééchelonner ces bonus-malus en intégrant plus de voitures, avec par exemple un bonus faible sur le GPL, permettrait une transition plus douce pour l'utilisateur et lui donnerait un sentiment de plus grande liberté.

MODIFIER LES COMPORTEMENTS

Diminuer la mobilité personnelle

Le rythme de développement mondial de la mobilité personnelle nous semble peu soutenable à long terme, que ce soit pour des raisons de consommation énergétique ou de pollution. Il faut donc **repenser la mobilité pour promouvoir un mode de vie plus local**.

Limiter la présence des véhicules thermiques

Limiter l'utilisation des véhicules classiques permet d'inciter les conducteurs à penser en premier lieu aux transports en commun comme le train plutôt qu'à utiliser leur véhicule personnel. Il faut élargir l'initiative prise dans les grandes villes comme Paris aux banlieues et aux autres zones à forte congestion automobile. Parmi les mesures possibles pour atteindre l'objectif, on trouve :

- **Agir sur les parkings** : Diminuer leur nombre, hausser les tarifs. À Paris, le prix parking est de le plus cher de France et les résultats sont là. D'après une étude de l'ANSEE en 2015, 33,8% des actifs occupés résidents à Paris possède un véhicule, contre 89% en Province. Ces chiffres peuvent encore diminuer dans toutes les grandes villes en accentuant les efforts dans le domaine.
- **Les zones piétonnes** : Augmenter le nombre de zones piétonnes où les voitures doivent ralentir. Privilégier le déplacement à pied ou à vélo plutôt que le déplacement en voiture en rendant les pistes cyclables ou les Tramway prioritaires sur les routes. Il faut favoriser les piétons et cyclistes au détriment des automobilistes.
- **Les péages** : Augmenter le tarif des péages permettraient aussi de réduire l'utilisation des voitures sur les autoroutes, les grands axes qui traversent la France et l'Europe.
- **Diminuer les limitations de vitesse** : Fluidifier la circulation sur les grands axes permet non seulement de réduire les risques d'accidents, mais aussi de dissuader de l'utilisation des voitures et de diminuer l'empreinte carbon. La limitation de 80km/h sur les routes hors-agglomération va en ce sens.

Réaménager le territoire

Aménager le territoire pour favoriser de nouveaux types de transports, tel le covoiturage, est une mesure importante pour développer l'économie de partage. Cela passe par exemple par le **développement de hubs multimodaux** en incluant notamment des plateformes de covoiturage. Cela peut se faire en travaillant avec des acteurs importants du sujet et déjà experts sur ces problématiques comme Vinci.

Développer dans les villes françaises des initiatives comme Autolib' permettrait aussi de limiter la voiture personnelle et les émissions associées.

Enfin, aménager le territoire de façon différente permettrait de réduire les temps de transport : au lieu d'avoir des pôles séparés (commerciaux, travail, bars et restaurants...), **répartir de façon plus équitable des infrastructures sur les territoires limiterait les déplacements**.

Construire des infrastructures de contournement d'obstacles comme les tunnels et les ponts, avec des méthodes écologiques, permet aussi de réduire la longueur des trajets et ainsi les émissions associées.

Réaménager le travail

Reconsidérer le travail est un moyen de réduire les émissions. Deux mesures peuvent être mises en place :

- **Développer le vélo de fonction** permettrait de réduire les émissions. Cette incitation pourrait se faire par des campagnes d'information mettant en avant les indemnités kilométriques, pour le vélo de fonction et les autres modes de transports non polluants, existantes mais peu connues du public ou des entreprises.
- Limiter le déplacement en favorisant le **télétravail** est aussi une mesure intéressante. Il peut également plaire au salarié qui peut ainsi s'organiser différemment, passer moins de temps dans les transports et plus avec sa famille. Cependant, cette mesure ne convient pas à tous les métiers et l'aspect social doit également être pris en compte : il ne faut pas isoler les individus et trop limiter les interactions, un point critique pour certains.

Promouvoir l'éco-tourisme

Les déplacements aériens sont les plus énergivores et les plus polluants, pourtant il sont de plus en plus accessibles. Face à cela il faudrait promouvoir un tourisme plus local et respectueux de l'environnement.



Résidentiel et tertiaire

AMELIORER LES PERFORMANCES

Renouveler les normes pour les nouvelles constructions

Les normes actuellement en place pour la construction de neuf sont encore loin d'être suffisantes si l'on souhaite réduire significativement notre impact sur l'environnement. Ainsi, il faudrait continuer à mettre **l'accent sur les matériaux plus écologiques, et à imposer des normes thermiques plus exigeantes dans le but de réguler l'utilisation du chauffage**. Cela permettrait, à terme, de construire des bâtiments autonomes énergétiquement, avec l'aide conjointe des énergies renouvelables.

Faciliter la remise aux normes des anciens bâtiments

Même si l'on parvient à atteindre les objectifs du point précédent, le parc immobilier restera majoritairement composé d'anciens bâtiments. L'option de les détruire pour les reconstruire aux normes étant évidemment exclue à court et moyen terme, il faudra impérativement prendre les mesures nécessaires pour que des rénovations suffisantes soient faites. Cela devra passer à nouveau par de **plus hautes exigences en matière de normes que celles en vigueur**, le but étant de s'approcher des performances des bâtiments neufs. Il serait préférable, pour l'instauration de normes exigeantes, de prévoir une longue période de transition, avec échéance fixée, durant laquelle les particuliers et les entreprises seront libres de mener les travaux au moment voulu. Pour faciliter la transition, l'état pourrait offrir des avantages, tels que des prêts à taux réduits, ou encore des subventions.

Développer la construction de nuit

Comme on peut le constater dans certains pays chauds, il est envisageable de réaliser des chantiers de nuit. Dans le cadre du remplacement progressif des moteurs à essence par des moteurs électriques, les chantiers sont voués à consommer de plus en plus d'électricité. Dans une logique de meilleure répartition de la consommation d'électricité, il serait alors profitable d'en déplacer certains aux heures creuses de consommation, c'est-à-dire majoritairement la nuit: le bénéfice serait double, pour le constructeur qui bénéficierait de tarifs réduits sur l'énergie, et pour EDF qui pourrait mieux gérer ses limites de stockage. Cette solution permettrait donc une meilleure gestion de la production électrique en attendant que le développement des technologies de stockage améliore la situation.

ADAPTER LE BATIMENTS AUX DEFIS CLIMATIQUES

Faire évoluer les métiers de l'artisanat

Les artisans sont des interlocuteurs de choix pour les particuliers qui souhaitent construire des bâtiments à hautes performances thermiques, ou mettre des bâtiments aux normes. La **formation des artisans** doit absolument prendre en compte les défis de la transition climatique, afin qu'ils puissent prendre part à la solution en étant capables de mieux conseiller leurs clients et de les guider à travers leurs travaux. Il serait intéressant d'instaurer en parallèle une prime reversée aux artisans qui se distinguent dans ce domaine, et qui convainquent les clients d'investir dans de meilleures installations thermiques, ou encore dans les énergies renouvelables. Cela permettrait d'accompagner efficacement les réformes en matière de normes, évoquées précédemment.

Centraliser les aides

Il est aujourd'hui assez difficile pour le particulier de se retrouver parmi toutes les aides qui existent au niveau de la rénovation ou même de la construction. Il en existe un grand nombre, que ce soit au niveau national, régional ou local, et beaucoup ignorent les aides auxquelles ils ont droit. Il faudrait, pour éviter cela, **mettre en place un service public dédié permettant de construire un dossier** pour chaque personne souhaitant faire des travaux afin d'évaluer avec la personne concernée les aides dont elle peut bénéficier. Le travail de recherche, que les particuliers ne parviennent pas nécessairement à faire sera fait pas des agents spécialisés, formés pour guider les clients au mieux. Les particuliers devraient alors être moins réticents à s'engager dans ce type de travaux.



Résidentiel et tertiaire

Limiter le chauffage électrique

Les pics de consommation électrique en hiver sont en grande partie dûs au nombre considérables de foyers et locaux chauffés à l'électrique. La diminution de ces pics est un enjeu important pour dimensionner correctement le parc électrique français et permettre aux énergies renouvelables de prendre une part plus importante dans le mix énergétique français.

Favoriser les investissements des particuliers dans les EnR

Si l'on veut à terme que les bâtiments soient autonomes énergétiquement, il est nécessaire de les équiper avec des sources d'énergie renouvelable. Aujourd'hui, les panneaux solaires constituent l'option la plus répandue, mais on peut aisément imaginer que les options seront plus diversifiées à l'avenir, et plus adaptées aux zones moins ensoleillées. Produire sa propre électricité sera alors plus simple; mais le principal problème restera toujours de **convaincre les potentiels acheteurs**. Produire sa propre électricité est rentable, et le deviendra de plus en plus, mais il est nécessaire d'**inciter à cet investissement**. Pour cela, une augmentation des subventions incitatives serait sans doute nécessaire, et ces subventions devraient être référencées dans le service public proposé.

S'ENGAGER DANS DE NOUVEAUX PROJETS

Investir dans la récupération de chaleur

Le chauffage des habitations pourrait être assuré par la chaleur provenant des sites industriels, ou encore d'incinérateurs de déchets, des eaux usées, du métro, etc... La construction d'incinérateurs à proximité immédiate des habitations pourrait ainsi contribuer au double problème de la gestion des déchets et du chauffage, tandis que les sites industriels proches des habitations pourraient contribuer au problème du chauffage. Si aucun investisseur privé ne se propose pour de tels projets, l'état pourrait investir lui-même, et récupérer ses investissements à travers l'exploitation de la chaleur. Le projet de l'incinérateur a d'ailleurs déjà été expérimenté au Danemark, et les résultats de son exploitation se sont avérés très concluants.

Accélérer le processus de purification de l'air

Un enjeu important est aussi celui de la pollution de l'air, et de la limitation des pics de pollution dans les zones fortement peuplées, puisque la transition climatique est aussi une question de santé publique. Une solution naturelle à ce problème réside dans la végétalisation des villes. La création de murs végétaux et d'espaces verts permet ainsi d'améliorer la qualité de l'air. Cependant, leur efficacité est limitée, mais il est possible d'adapter ce principe à des projets de plus grande envergure. C'est ainsi qu'ont déjà été testés en Chine des «purificateurs d'air», d'immenses tours autosuffisantes, remplies de végétaux, et conçues jusque dans leur architecture pour optimiser le renouvellement d'air offert par les végétaux. Le premier purificateur construit a montré des résultats très encourageants, de telle sorte que la Chine prévoit d'en construire d'autres dans ses villes les plus polluées. Importer ce projet en France permettrait une meilleure régulation des pics de pollution dans les zones les plus sensibles, et constituerait un premier pas prometteur vers la décarbonation de l'atmosphère.

REDUIRE LES EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Améliorer l'efficacité énergétique des exploitations

Une grande partie des rejets de dioxyde de carbone de l'agriculture relative à la consommation directe d'énergie est due à l'utilisation d'engins agricoles fonctionnant à l'essence ou au diesel. On pourrait donc penser à passer à **des engins agricoles électriques**. La capacité des batteries étant aujourd'hui encore limitante pour des utilisations nécessitant des forces de tractions importantes pendant plusieurs heures, l'utilisation de rails ou de fils pour acheminer l'énergie jusqu'aux machines est envisageable.

Pour l'alimentation sur place d'engins agricoles ou pour la décarbonisation de l'énergie consommée dans les bâtiments d'élevage, nous recommandons le **développement de l'autonomie énergétique des exploitations**. Des panneaux solaires disposés sur des toits d'élevage permettraient déjà d'alléger un peu la facture énergétique de l'exploitation, bien que cette solution soit moins envisageable pour les zones cultivables. L'utilisation d'éolienne et de biogaz sont alors une autre piste.

Réduction et valorisation des déchets agricoles

Au total, on considère que l'agriculture produit 375 millions de tonnes de déchets par an, ce qui en fait le premier secteur économique de déchets devant l'activité du bâtiment et des travaux publics.

On retrouve principalement les biodéchets, les cadavres d'animaux (utilisés pour la farine animale), les films plastiques agricoles usagés et les emballages vides de produits sanitaires. Il est important de chercher à réduire les déchets plastiques, que ce soit par la réutilisation ou le remplacement par des films biodégradables, et à valoriser les déchets organiques par l'alimentation animale, le compost, la méthanisation.

Aujourd'hui, une des méthodes privilégiées pour le traitement des déchets est l'incinération notamment pour les cadavres d'animaux. Ce procédé émet beaucoup de gaz à effet de serre. Pour des raisons environnementales et sanitaires, il faudrait lui préférer le compost et la méthanisation. Parmi d'autres alternatives, on pourrait envisager l'enfouissement pour des déchets non toxiques comme les cadavres d'animaux. Ou bien la thermolyse, qui est un procédé d'incinération sans flammes. La thermolyse a déjà été étudiée pour les déchets ménagers et semble efficace bien que chère, et on pourrait envisager de l'utiliser à plus grande échelle, ce qui pourrait peut-être limiter les coûts.

TRANSFORMER LE SYSTEME AGRICOLE

Consommer et produire moins de viande

L'étude du GIEC de 2014 sur la "supply chain de l'élevage" estime que 18% des émissions mondiales totales de gaz à effet de serre seraient liées à l'élevage. Cela inclut également les émissions liées au transport et à l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments d'exploitation, et globalement les produits végétaux, surtout locaux, ont une empreinte carbone bien plus faible que les produits animaux. Ainsi, **encourager un nouveau modèle de consommation où la viande serait consommée de façon exceptionnelle** est une façon efficace de diminuer les émissions de gaz à effet de serre et d'atteindre les objectifs en termes de consommation énergétique et d'émissions. L'élevage français pourrait alors se convertir dans une production moins intensive et bon marché, mais bien plus respectueuse de la qualité, du bien-être animal et de l'environnement. .

Permaculture et agriculture biologique

Les sols sont le plus grand puits de carbone après les océans. Il y a plus de 2 700 Gigatonnes (Gt) de carbone stocké dans les sols et 575 Gt de biomasse (arbres et forêts) dans le monde entier. Arrêter la déforestation, prévenir les feux de forêt et planter plus d'arbres améliorera certainement l'environnement - et doit être fait. Plus efficace encore, nous pouvons contribuer à **stocker plus de CO2 dans les sols**.

En effet, une grande partie des gaz à effet de serre dans l'agriculture proviennent de l'utilisation d'engrais azotés, qui font diminuer la quantité de dioxyde de carbone dans le sol. Les études de l'institut de Rodale ou encore de l'Inra montrent que la permaculture et l'agriculture biologique régénératrice sont des alternatives efficaces. Nous pouvons mentionner en particulier l'agriculture de conservation, qui permet de maintenir et améliorer le potentiel agronomique des sols tout en conservant une production régulière et performante sur les plans techniques et économiques. Il est important d'encourager l'expansion de ces modèles, malgré le lobbying des grands groupes industriels qui est indéniable au niveau européen.

OUTILS ECONOMIQUES ET POLITIQUES

Recalibrages des taxes et des subventions

Les DPU (Droits à Paiements Uniques) représentaient en 2010 71,8% des subventions distribuées. Il serait possible d'intégrer les primes agro-environnementales dans les DPU et d'instaurer un système **d'accès aux DPU en fonction de critères environnementaux remplis** : Empreinte carbone des machines d'exploitations, respect des jachères, respect des produits saisonniers, 0 émission nette d'exploitation, exploitations favorables à l'environnement (permaculture...), surface forestière d'exploitation minimale...

La **taxe carbone** récente permet également d'encourager les agriculteurs à changer de modèle, à condition que les innovations technologiques soient accessibles, par exemple en termes d'engins agricoles moins consommateurs. Il faut donc veiller à encourager également l'émergence de technologies vertes pour l'agriculture.

Les incitations peuvent aussi partir des consommateurs. On pourrait imaginer calculer et afficher l'empreinte carbone des produits alimentaires sur les emballages, voire même instaurer un **budget carbone par consommateur**. Cette méthode pose de nombreux défis en termes de mesure de l'empreinte carbone, en particulier pour les produits importés, et des coûts supplémentaires d'audit. Mais cela serait une façon très efficace de modifier le comportement des consommateurs.

Sensibilisation des citoyens à la consommation durable

La sensibilisation et l'instruction des citoyens peut s'avérer un moyen efficace pour changement les modes de consommation. Une communication qui peut faire appel aux médias comme la télévision, mais aussi à des actions communes : organisation d'une journée nationale zéro déchets pour l'agroalimentaire, ou organiser des compétitions dans les écoles et les entreprises. Le tri obligatoire avec des amendes de non-recyclage a déjà montré ses preuves en Suisse et pourrait être mis en place. Enfin, il faut promouvoir l'achat de fruits et légumes locaux, ce qui aiderait le développement de commerces locaux, et notamment en sensibilisant la société à la possibilité de manger des fruits et légumes moches.

Pour atteindre les objectifs environnementaux que s'est fixé la France en signant l'accord de Paris et en créant la loi de transition énergétique pour la croissance verte, un certain nombre de transformations des secteurs publics et privés doivent être encouragés. Dans toutes nos réflexions, que soit pour le secteur de l'énergie, de l'industrie, du transport, du résidentiel ou de l'agriculture trois facteurs majeurs apparaissent:

Encourager l'innovation et de la recherche

Si l'on veut conserver le même niveau de vie et de confort tout en réduisant l'impact environnemental relatif à notre consommation d'énergie, l'innovation est vitale. Que ce soit en terme de stockage de l'énergie, d'efficacité thermique ou de procédés industriels, il faut inventer de nouvelles solutions techniques. Cette recherche dirigée vers un monde plus durable doit donc non seulement être valorisée au sein des entreprises et du secteur public, mais également être rendue accessible, pour que le progrès technologique puisse s'opérer aussi rapidement que nous en avons besoin pour créer une société moins énergivore et polluante.

Renouveler les technologies et procédés obsolètes

Que ce soit en terme de sources d'énergie, de procédés industriels, de voitures, de bâtiments ou de procédés agricoles, le renouvellement est nécessaire. Des techniques et technologies nouvelles ou réinventées existent pour remplacer les fonctionnements actuels, qui prennent historiquement peu en compte les considérations environnementales. Nous attendons du gouvernement qu'il encourage encore plus ce renouvellement, souvent peu favorisé par les mécanismes de marché, à travers de outils économiques et juridiques tels que les taxes, les subventions et la régulation.

Sensibiliser les citoyens à consommer mieux et moins

Le changement des moyens de production doit, et ne peut se faire qu'avec un changement des modes de consommation. L'Etat a un grand rôle à jouer dans le changement des moeurs, à travers l'éducation publique et les campagnes médiatiques. Aujourd'hui encore, une part de la population n'est pas consciente des enjeux environnementaux et ne comprend pas l'intérêt de changer de mode de consommation, sans parler de ceux qui en sont conscient mais pour qui la consommation durable n'est pas nécessairement envisagée ou envisageable. Il est important que la population française soit correctement informée et puisse faire ses choix de consommation en tout état de cause.

Merci à Thibault Laconde pour avoir organisé cette réflexion à travers les cours sur la transition climatique qu'il dispense à CentraleSupélec. Les élèves ayant participé sont:

Baptiste Doyen, Alexis Julienne, Jérémie Assael, Aurélien Amoureux, Antoine Gueritot, Alex Chaucin, Joaquin Juliani, Irene Borouchaki, Marine Fournier, Elliott Rabin, Pierre Gasquet, Martin Lehoux, Axel Fournier, Krishynan Fernandes Meirelles Araujo, Emma Jagu, Arielle Kuperminc, Arthur Belleville, Sébastien Baudet, Cassandre Pradon, Gonzalo Delopez, Idriss El Quassimi, Romain Bignotti, Elias Ramzi, Charles Girier et Jean-Baptiste Pajot.

Synthèse et mise en page: Emma Jagu (emma.jagu@gmail.com) et Pierre Gasquet