



HAL
open science

Feuille de route Climat

François Cluzel, Pascal da Costa

► **To cite this version:**

François Cluzel, Pascal da Costa. Feuille de route Climat. V2.1, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay. 2023. hal-04349108

HAL Id: hal-04349108

<https://hal.science/hal-04349108v1>

Submitted on 21 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



CentraleSupélec

université
PARIS-SACLAY

Feuille de route Climat

septembre
2023

Sommaire

Avant-propos	4
1. Méthodologie	8
2. Synthèse du Bilan Carbone® 2019 du campus de Gif-sur-Yvette	9
3. Proposition de 10 engagements	10
Engagements à 5 ans	10
Engagements après 5 ans	11
4. Audit et quantification des 10 engagements	12
Présentation de l'étude	12
Détails des réductions projetées	13
5. Mise en œuvre et perspectives	16
Mise en œuvre opérationnelle	16
Perspectives	17
Remerciements	18
Annexes	19
Annexe 1. Méthodologie détaillée	19
Annexe 2. Synthèse détaillée du Bilan Carbone 2019 du campus de Gif-sur-Yvette	22
Annexe 3. Synthèse des résultats des ateliers de réflexion	26
Annexe 4. Actions supplémentaires proposées par Greenly	34



Avant-propos

La diffusion de cette première Feuille de route Climat de CentraleSupélec représente un acte fondateur en raison de l'ampleur de son impact sur nos activités futures. En cet été 2023 marqué à nouveau par des canicules inédites dans de nombreuses parties du monde, limiter le réchauffement climatique et ses impacts délétères s'impose plus que jamais comme une nécessité globale. L'École n'a évidemment pas attendu jusqu'à maintenant pour se saisir du sujet, qui constitue une priorité de son plan stratégique, ainsi que de son programme entrepreneurial 21st (il n'est d'ailleurs pas anodin de noter que notre partenaire Greenly, maintenant référence dans son domaine, a été soutenu par CentraleSupélec à son démarrage). Outre le développement d'activités de formation et de recherche, l'École a ainsi lancé depuis plusieurs années de nombreuses initiatives pour réduire ses propres impacts sur l'environnement. Il aurait été assez facile et rapide de préparer une Feuille de route affichant des objectifs ambitieux, tout en restant flou sur leur quantification et les modalités pour les atteindre. Conformément à sa tradition, CentraleSupélec a fait le choix du pragmatisme et de l'intelligence collective en privilégiant une approche concrète et collaborative du sujet. Cette Feuille de route n'est donc pas un point de départ mais une nouvelle étape de l'engagement de l'École, fruit du travail de nombreux acteurs issus d'horizons variés. Elle concrétise une démarche initiée en 2020 avec la réalisation du Bilan carbone de nos activités à Gif, en déroulant le programme des actions à mener dans un cadre général organisé et quantifié.



Ce programme a évidemment vocation à être élargi (notamment à nos campus en région, lesquels ont certifié leurs bilans carbone en 2022) et enrichi au fil du temps. Il constitue la fondation sur laquelle s'appuyer pour construire le processus de transformation qui nous permettra d'aller beaucoup plus loin dans la réduction de notre impact.

En affichant l'ambition de réduire de 50% nos émissions de GES d'ici 2030, la Feuille de route Climat se montre résolument ambitieuse, d'autant qu'une partie significative de l'empreinte carbone associée à l'École ne dépend pas d'elle. Mais l'objectif est réaliste si nous savons trouver au fur et à mesure les bons compromis, et si, chacune et chacun, nous remettons en cause nos habitudes et faisons les efforts nécessaires pour y parvenir.

Pour conclure, je tiens à saluer à nouveau la qualité du travail réalisé, et à adresser tous mes remerciements à l'ensemble de celles et ceux qui s'y sont impliqués, tout particulièrement Pascal Da Costa et François Cluzel.

Romain Soubeyran,
Directeur Général de CentraleSupélec

Le plan stratégique 2032 de l'École et ses plans annuels de performance incorporent un plan d'actions nouvelles dédiées au développement durable et à la responsabilité sociétale (DD&RS) : en plus des cartographies des formations et des recherches de CentraleSupélec traitant des objectifs de développement durable de l'ONU (ODD), de nouvelles formations et des projets de recherches ont été lancés, ainsi que des réductions de nos impacts, sur nos campus et dans notre mobilité quotidienne.

Au niveau de l'enseignement, CentraleSupélec a pour ambition de former tous ses étudiants afin qu'ils puissent intégrer et appréhender les défis du développement durable à la bonne échelle dans leurs secteurs et métiers respectifs, en les dotant des connaissances, des capacités de questionnement et d'initiatives idoines (Conseil des études de mars 2020). Le nombre d'acteurs engagés, la diversité et la complémentarité des laboratoires impliqués permettent à CentraleSupélec d'aborder les problématiques posées par les ODD à des niveaux différents et complémentaires (scientifique, méthodologique, expérimental, humain et organisationnel) sur les verrous technologiques majeurs de la transition énergétique et écologique : matériaux biosourcés, énergies renouvelables, hydrogène, stockage énergétique, nouvelles solutions de mobilités, etc. CentraleSupélec entend ainsi contribuer de manière significative aux ODD par le biais de la recherche, de l'innovation et de la formation, avec une ambition majeure : donner à notre société, les moyens de produire et consommer de manière durable et éclairée.

L'action transverse que je co-pilote comme référent, sous la direction de la DG, avec la Commission du Développement Durable



de l'École et des personnels dédiés dont la chargée de mission Développement Durable, Sophie David, ainsi que les délégués des élèves Transition et les référents des laboratoires, a pour vocation de recenser et promouvoir les actions existantes au sein de chaque entité, de favoriser l'émergence de nouvelles initiatives ou thématiques transverses (les formations ShiftYear⁽¹⁾, AllCan⁽²⁾, M2 ETM⁽³⁾, etc.) et de coordonner des projets collectifs à l'échelle de l'établissement (label national DD&RS attribué à CentraleSupélec en 2023, Charte DD&RS CentraleSupélec votée en 2022, etc.). CentraleSupélec met également en cohérence ces questions scientifiques et de formations avec son fonctionnement et ses pratiques : plans mobilité, déchets, gestion durable des espaces verts, etc. La feuille de route Climat s'inscrit dans cette démarche de cohérence et permet de faire émerger des problématiques nouvelles liées au climat et à l'écologie, lesquelles auront des conséquences en retour sur l'évolution de nos enseignements et nos formations, nos recherches et, de façon plus forte encore, sur nos mentalités et nos choix professionnels et personnels. Réussir ce plan climat vers la neutralité carbone 2050, c'est-à-dire piloter et réduire nos émissions de gaz à effet de serre, répond aux grandes missions de l'école, nous concerne donc toutes et tous, son succès dépendant de chacun de nous. J'ajoute enfin que les plans d'actions à venir en matière de réduction des émissions carbone de CentraleSupélec devront être complétés par une série d'expertises en matière d'adaptation de nos campus au changement climatique.

Pascal Da Costa
Professeur, Référent Développement Durable : Transitions énergétiques, écologiques et sociales de CentraleSupélec

⁽¹⁾ Shift Year – L'Atelier des transitions (atelier-des-transitions.eu)

⁽²⁾ Alliance for Climate Action Now ! | Université Paris-Saclay (universite-paris-saclay.fr)

⁽³⁾ Economie de l'environnement, de l'énergie et des transports | Université Paris-Saclay (universite-paris-saclay.fr)

La feuille de route Climat est un premier aboutissement pour CentraleSupélec, mais en aucun cas une fin en soi. Elle se veut l'initiation d'une démarche pérenne, qui fera l'objet d'une mise à jour et d'un suivi annuel en proposant un ensemble de mesures évolutives, concertées et ambitieuses pour contribuer à l'objectif Net Zéro de la France en 2050, à l'échelle de CentraleSupélec et de son écosystème. L'ambition des mesures proposées dans cette feuille de route peut donc paraître, sur certains aspects, encore limitée, mais le principal objectif de cette première réalisation est de poser les bases solides d'une démarche qui gagnera en ambition à chaque itération. En ce sens, sont proposés à la fin du document un mode de fonctionnement pour pérenniser la démarche ainsi que des intitulés de groupes de travail qui devraient, à notre sens, être déployés pour étudier sur le long terme les conditions d'acceptabilité et de réalisation de mesures ambitieuses. Au-delà de l'impératif réglementaire pour un établissement comme le nôtre, la volonté des personnels et des étudiants de CentraleSupélec de réaliser un Bilan d'Émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES) au début de l'année 2020, a permis d'aboutir à un premier résultat issu d'un projet étudiant sur la base de l'outil simplifié Carbone Campus[®]. Ce premier travail réalisé pour le campus de Paris-Saclay a ensuite été repris via la méthodologie Bilan Carbone[®] et enrichi par le cabinet BL Évolution. C'est ce Bilan Carbone[®] qui a servi de base de travail pour l'organisation des ateliers « Plan Climat » menés au cours de l'année 2021, puis des consultations de diverses parties prenantes menées au cours de l'année 2022, et qui permettent aujourd'hui la diffusion de ce document.

La feuille de route Climat s'intéresse par définition à la limitation des émissions de gaz à effet de serre sur le périmètre des activités de l'école (« scope 3 »). Pour autant, elle a été réalisée en considérant plus largement les impacts



environnementaux (biodiversité, eau, utilisation des ressources...) et sociaux que pourraient engendrer les mesures proposées ; autrement dit, avec le souci constant d'éviter tout transfert d'impact vers d'autres formes de dégradation des écosystèmes. À ce titre, il convient de mentionner d'autres initiatives complémentaires déjà menées ou en cours de finalisation à l'École, comme le plan déchets ou le plan de déplacement. Enfin, si le Bilan Carbone[®] mentionné ici concerne le campus Paris-Saclay, des démarches similaires sont engagées sur les campus de Rennes et de Metz à travers des bilans déjà certifiés par le bureau d'étude BL Évolution, avec la perspective de converger rapidement vers un Plan Climat unifié à l'échelle de CentraleSupélec et en coordination avec le Plan Climat de l'Université Paris-Saclay. Le plan Climat de CentraleSupélec sera accompagné dans les années qui viennent par l'expertise scientifique, technique et humaine du bureau d'étude Greenly.

François Cluzel
Maître de Conférences, Chargé de l'établissement de la feuille de route Climat de CentraleSupélec

01 Méthodologie

La méthodologie détaillée employée pour l'établissement de la feuille de route est présentée en Annexe 1.

Après une initiation de la démarche début 2020 par un projet étudiant à l'échelle du campus de Paris-Saclay, en utilisant l'outil simplifié Carbone Campus®, CentraleSupélec a confié la certification de son premier Bilan Carbone® au cabinet BL Évolution. BL Évolution a produit et certifié le Bilan Carbone® 2019 du campus de Paris-Saclay de CentraleSupélec – dont la synthèse est présentée en section suivante et dans l'Annexe 2 – et a, ensuite, accompagné la démarche qui a mené à la rédaction de cette première feuille de route Climat de CentraleSupélec. Des démarches similaires sont engagées sur les campus de Rennes et de Metz (initialisation par un projet étudiant, suivi d'une intervention et de la certification de BL Évolution en 2022) et mèneront, dès 2024, à une feuille de route unifiée à l'échelle de l'ensemble des campus et sites de CentraleSupélec, grâce au bilan carbone 2022 de nos 3 campus qui sera certifié par Greenly. À l'issue de la réalisation du Bilan Carbone® 2019 du campus Paris-Saclay de CentraleSupélec, un

groupe de travail a été constitué pour réfléchir au plan d'action de réduction des GES de l'établissement, appelé ici « Feuille de route Climat ». Un processus en plusieurs étapes a été proposé, dans l'objectif d'inclure dans cette démarche un maximum de parties prenantes de l'École afin d'aboutir à une feuille de route concertée et favoriser l'acceptabilité de la démarche. Le schéma ci-dessous détaille ces étapes. En particulier, deux ateliers ont réuni une trentaine de participants, afin de réfléchir collectivement aux mesures de réduction de GES, sur la base des postes d'impacts relevés dans l'analyse des résultats du Bilan Carbone®. Les participants aux ateliers ont été sélectionnés pour représenter au mieux les différentes parties prenantes de l'École, tout en assurant un bon équilibre de participants en situation de direction ou non, à savoir : étudiants, enseignants-chercheurs, représentants des différentes directions, personnels volontaires. Une équipe de 10 animateurs a également été constituée, incluant des enseignants-chercheurs, personnels ou anciens de l'École, investis sur les questions de transition écologique, ainsi que deux consultants BL Évolution.

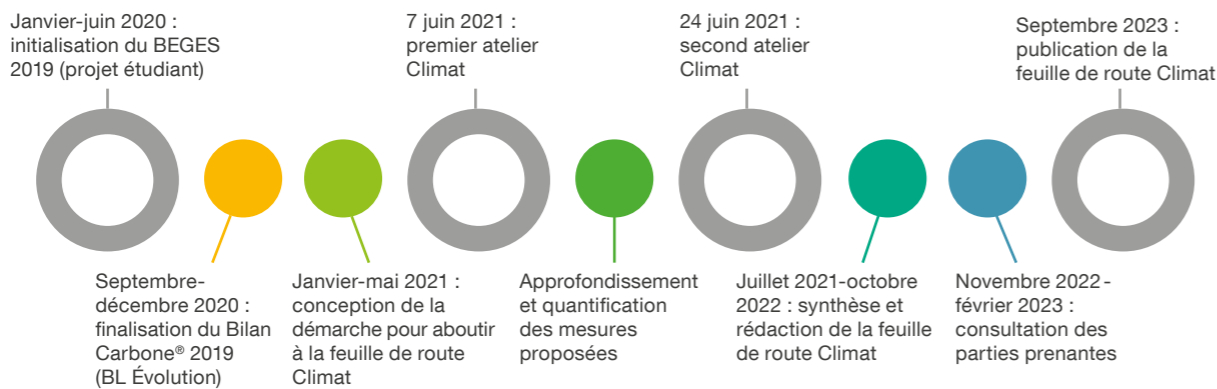


Figure 1. Processus de conception de la feuille de route Climat

Une fois la première version de la feuille de route finalisée, le bureau d'étude Greenly a été mandaté pour quantifier les engagements qui peuvent l'être. Enfin, une dernière étape de consultation élargie des parties prenantes de l'École a été menée. Pour cela, la feuille de route a été envoyée à des représentants

de ces parties prenantes : Comité Technique, syndicats, participants des ateliers de réflexion, directions de l'École et des campus, associations étudiantes et délégués transition, Université Paris-Saclay, ainsi que quelques personnalités extérieures (Valérie Masson-Delmotte et Jean Jouzel).

02 Synthèse du Bilan Carbone® 2019 du campus de Gif-sur-Yvette

La synthèse détaillée du Bilan Carbone® est présentée en Annexe 2.

L'étude a été réalisée sur l'année civile 2019. Elle concerne le campus de Gif-sur-Yvette, incluant les quatre bâtiments (Eiffel, Bouygues, Breguet et LGEP), les étudiants et le personnel.

Le Bilan Carbone de CentraleSupélec (campus de Gif) sur l'année 2019 s'élève à

9 067 tCO₂e

Soit : 2,5 tCO₂e / personne (salarié ou étudiant) en moyenne (Détail : 2,0 tCO₂e / étudiant ; 3,7 tCO₂e / salarié)

Cela représente les émissions de :
 > La combustion de 20 600 barils de pétrole
 > 1 050 tours du monde en avion
 > L'empreinte carbone annuelle de 860 Français

Source : outil Bilan Carbone ; statistiques du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

L'étude couvre les scopes 1, 2 et 3 de la méthodologie Bilan Carbone® (couvrant un périmètre large des émissions de CentraleSupélec). Ont été exclus de l'étude par manque d'information : mobilités internationales entrantes, déplacements visiteurs et étudiants quotidiens, une partie du fret. Enfin, la résidence étudiante a également été exclue de l'étude (car gérée par une entité différente, le CESAL).

Pour une démarche ambitieuse de réduction de l'empreinte carbone, les actions à fort impact devront donc notamment se focaliser sur les 4 principaux postes d'émission : déplacements (28% des émissions), achats (33%, dont CROUS), matériel (17%, ou

immobilisations : informatique, mobilier, véhicules, équipements), et énergie (14%). Ces 4 principaux postes d'impact sont détaillés ci-dessous. Par ailleurs, les postes moins impactants en termes de GES peuvent faire l'objet d'une approche distincte en complément.

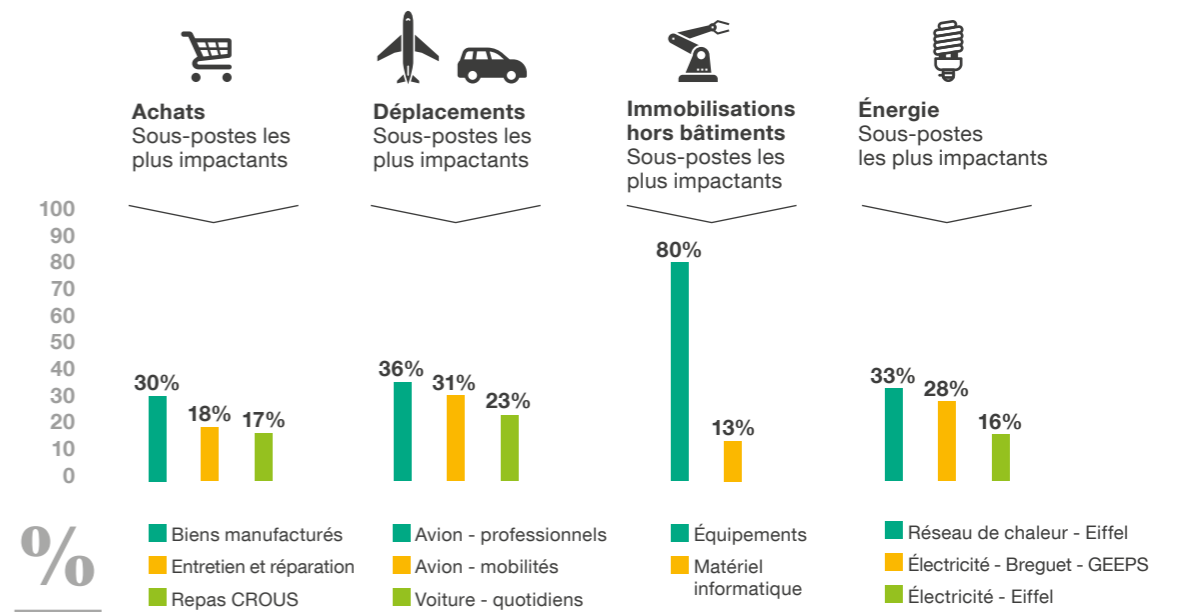


Figure 2. Paramètres clés selon les postes d'impact, en proportion des émissions de GES liées au poste concerné

03 Proposition de 10 engagements

Les résultats détaillés des deux ateliers de réflexion sont présentés en Annexe 3. Ces résultats ont permis de converger vers les 10 engagements proposés dans cette section.

La méthodologie mise en œuvre a permis d'aboutir, sur la base des résultats du Bilan Carbone®, aux dix engagements présentés dans cette section. Nous proposons de distinguer deux types de mesures ou pistes de réflexion qui devront faire l'objet de plus amples consultations et d'une validation de la Direction Générale de l'école (Comex, Codir, CA) avant leur mise en œuvre :

1. Des mesures qui semblent relativement consensuelles (ou apparaissant comme « logiques » par les parties-prenantes) et qui peuvent être mises en œuvre dans les deux prochaines années ou qui s'insèrent dans des actions déjà engagées, en complétant ou amplifiant leur ambition (par exemple la rénovation du bâtiment Breguet) ; ces mesures devront rapidement être quantifiées.
2. Des champs de réflexion et questionnement, sur lesquels il est encore trop tôt pour formuler des mesures, faute de données ou de consultations suffisantes, et qui doivent donc être étudiés au sein de groupes de travail dédiés.

Les mesures proposées ont été regroupées pour plus de lisibilité sous la forme de 10 engagements permettant d'atteindre l'ambition suivante :

> **Contribuer à l'objectif Net Zéro de la France en 2050, en réduisant d'au moins 50% les émissions de gaz à effet de serre de CentraleSupélec d'ici 2030 (année de référence 2019)**

Les engagements proposés ci-dessous ont été dans la mesure du possible précisés et quantifiés par le bureau d'étude Greenly, mandaté par CentraleSupélec. Ce second niveau de lecture, plus détaillé sur les mesures sur lesquelles cela est possible (toutes les propositions ne sont pas quantifiables en l'état), est présenté dans la section suivante.

> Engagements à 5 ans

Le premier groupe d'engagements vise à atteindre -25% d'émissions à un horizon de 5 ans. Les mesures proposées peuvent à notre sens être mises en œuvre et produire des effets rapidement.

-25% d'émissions à 5 ans

1. Rénovation des bâtiments

- **Rénovation de Breguet et efficacité énergétique exemplaires** (Certifications et labels visés : HQE niveau très performant, Label Bâtiment Bas Carbone BBSA niveau standard, Label Effinergie, Label Biodiversité niveau base)
- **Autres actions de rénovations à préciser sur les campus de Rennes et Metz avec des projets à l'étude**

2. Politique Achat

- **Viser 50% de produits labélisés et éco responsables (voire 60%...)** (achats, fournisseurs, CROUS)
- **Extension de la durée d'usage à minima à 5 ans du matériel informatique et recours à la location de matériel**
- **Plan déchets dédié** (préexistant à la présente démarche).

3. Déplacements en train

(-20% en 5 ans d'après la circulaire⁽⁴⁾ du MESR)

- **Pour tout trajet de moins de 4 heures (voire 6 heures...)** : étudiants, chercheurs et personnels
- Pour les **déplacements plus lointains** : fin des voyages d'études en avion en 3A du cycle CS et MS
- **Plan Mobilité du quotidien** (actuellement à l'étude)

4. Optimisation des consommations / production énergétiques

- Généralisation des contrats de performance (performance énergétique intégrée dans les contrats de maintenance des prestataires) à tous les bâtiments des campus

5. Mise en place dès que possible de bilans et plans carbone dans chaque service, laboratoire et discussion du plan d'actions associé pour les déclinaisons locales, et itérations régulières (au moins les 2 à 3 ans).

> Engagements après 5 ans

Le second groupe d'engagements vise à atteindre les 25% restants d'ici à 2030. Il s'agit de champs de réflexion qui devront permettre de formuler des mesures concrètes via la création de groupes de travail dédiés à des objectifs de réductions des émissions de gaz à effet de serre à moyen terme. Ces groupes de travail seront constitués dès 2023 et les mesures proposées pourront être mises en place avant les 5 ans.

-25% restant, après 5 ans

NB : avec ouverture des GT dès 2023 et mise en œuvre d'actions dès que possible

6. Groupe de travail (GT) 1 « Prospective formations et recherches »

- Objectif : imaginer le rôle de l'ingénieur, du chercheur, et de l'établissement à l'horizon 2050 (ou plus tôt) : réorienter nos enseignements, recherches et partenariats vers des applications / disciplines / activités / débouché vertueux par rapport aux émissions de GES.
- GT coordonné par la DR, la Direction des formations et la DREV.
- Possibilité d'impliquer le Pôle Projets TES (Transition Écologique et Solidaire)

⁽⁴⁾ https://services.dgesip.fr/fichiers/circulaire_plan_sobriete.pdf

7. GT 2 « Adhésion et sensibilisation aux usages décarbonés » :

- Objectif : faire adhérer l'ensemble des parties prenantes et usagers de CentraleSupélec à la démarche mise en œuvre, incluant notamment des actions de formation ou de sensibilisation (mobilité quotidienne, usage du numérique, alimentation...)
- GT coordonné par la DPIET et l'association étudiante IMPACT.

8. GT 3 « Mobilité internationale étudiante »

- Objectif : raisonner les déplacements lointains des étudiants en imaginant des formes de mobilité adaptées aux enjeux du changement climatique et d'une formation de haut niveau
- GT coordonné par la DRI.

9. GT 4 « Mobilité internationale chercheurs et personnels »

- Objectif : raisonner les déplacements lointains des chercheurs et personnels en imaginant des formes de mobilité adaptées aux enjeux du changement climatique et d'une recherche/ d'activités de haut niveau
- GT coordonné par la DR et la DGS.

10. GT 5 « Numérique responsable »

- Objectif : questionner l'usage du numérique en faisant évoluer les usages et les solutions proposées vers des pratiques plus vertueuses
- GT coordonné par la DISI.

04 *Audit et quantification des 10 engagements*

Présentation de l'étude

Greenly⁽⁵⁾ est un bureau d'étude spécialisé dans le pilotage de l'impact carbone. CentraleSupélec a mandaté Greenly pour quantifier dans la mesure du possible les 10 engagements définis dans la section précédente. Ces éléments de quantification sont présentés dans cette section.

L'objectif de l'étude Greenly est de comparer et de quantifier le plan d'action que l'école pourrait mettre en œuvre, à la suite du Bilan Carbone[®] réalisé en 2020, sur la base de l'année 2019. Le travail de quantification ne porte que sur une partie des engagements : rénovation du bâtiment Breguet, mobilité en train sur des moyennes distances, arrivée du métro sur le campus Paris-Saclay en 2026, nouvelle politique d'achat du numérique, changement de type de repas... Le reste des actions mises en place par l'École pourra également engendrer d'importantes réductions d'émissions, mais ces dernières ont été considérées comme des réductions "bien moins directes" et donc plus difficiles à anticiper (achats de produits labellisés, amortissements des bâtiments, choix des prestataires services...).

Au global, Greenly a identifié que sur le total de 9067 tonnes de CO₂e émises sur 2019, environ 5772 tCO₂e appartenaient à des postes d'émissions pouvant faire l'objet d'une **réduction quantifiable**. À partir de divers scénarios présentés ci-après, Greenly estime que CentraleSupélec pourrait éviter un total de 4413 tonnes de CO₂e, sur la base d'engagements conséquents en faveur d'une politique environnementale, d'ici à 2030. Cependant, comme vous pourrez le constater au fil du détail de l'étude, de tels objectifs environnementaux induisent des changements profonds des habitudes, de la structure et de la politique générale de l'école.

⁽⁵⁾ <https://greenly.earth>

Le résumé ci-dessous par plan d'action présente les résultats obtenus pour les scénarios les plus contraignants de chaque plan d'action : report des trajets aériens pour les élèves et le personnel vers le train, généralisation de plats végétariens, 50% achats de matériels numériques reconditionnés et 50% des appareils réparés...

Actions avec potentiel de réduction calculé par Greenly (le détail des réductions projetées est donné en page 13) :

Potentiel de réduction à 2030 : 49%

Action 1. Rénovation des bâtiments

- À partir des données à disposition sur la rénovation du bâtiment Breguet, Greenly estime une réduction des **émissions annuelles de 62%**, soit un passage de 1239 tonnes de CO₂e en 2018, à 472 tonnes de CO₂e à l'horizon 2026, une fois les travaux terminés. ⁽¹⁾

Action 2. Mobilité journalière

- Greenly estime une **réduction potentielle du poste de 77% à l'horizon 2030** (910 tCO₂e par an). ⁽²⁾
- Le calcul ici présenté est un résultat attendu relativement indépendant des actions que l'école pourra mettre en œuvre d'ici là (changements structurels)
- Néanmoins, des actions de favorisation pourraient permettre d'améliorer encore ces résultats (infrastructure favorisant l'utilisation du vélo, aide à l'achat de véhicules électriques pour le personnel, échanges auprès des collectivités pour continuer à développer les transports en communs...)

Action 3. Mobilité internationale

- Greenly estime qu'en optant pour une limitation des vols sur la mobilité des étudiants et des salariés, la réduction de ce poste d'émissions pourrait aller d'un **facteur 30%**, en imposant un passage au train pour les vols en Europe, **à un facteur 90%**, en limitant l'ensemble des déplacements à des trajets en train vers l'Europe. ⁽³⁾

Action 4. Alimentation collective

- Greenly estime qu'en proposant exclusivement des plats végétariens au sein des restaurations collectives de l'école, CentraleSupélec pourrait obtenir une **réduction d'un facteur 70%** sur ce poste d'émission évalué à 515 tonnes de CO₂e en 2018, pour aboutir à des émissions annuelles de 153 tonnes de CO₂e à l'horizon 2030. Avec 3 plats végétariens sur 5, CentraleSupélec pourrait réduire de près de 180 tCO₂e soit 34% de réduction au niveau du poste. ⁽⁴⁾

Action 5. Équipements numériques

- À partir d'un inventaire informatique encore en attente de finalisation, Greenly a construit un calculateur d'émissions évitées par une meilleure réparation des équipements numériques et un renouvellement de ces derniers avec des appareils reconditionnés. Sur la base des hypothèses prises, la **réduction potentielle à 2030 pourrait atteindre 70%** sur ce poste, passant d'une valeur (amenée à être ajustée) de 112 tonnes de CO₂e en 2018, à seulement 34 tonnes de CO₂e à l'horizon 2030. ⁽⁵⁾

Action 6. Volume de déchets

- Sur la base de l'inventaire déchets 2018 de CentraleSupélec, Greenly estime qu'une réduction de 15% du volume de déchets pourrait être obtenue à l'horizon 2030, induisant une réduction d'émissions du poste du même ordre de grandeur. Sur ces hypothèses, le volume d'émissions varierait donc de 43 tCO₂e en 2018 à 36.6 tCO₂e à 2030. ⁽⁶⁾

Détails des réductions projetées

⁽¹⁾ La réduction à venir sur la consommation énergétique du bâtiment Breguet ayant déjà été validée, une partie de la réduction estimée à l'horizon 2026 se fera indépendamment des actions que CentraleSupélec pourra mener en plus. L'hypothèse utilisée est qu'en 2026 le bâtiment aura les mêmes performances énergétiques que le bâtiment Bouygues. Ce type de travaux permettrait une réduction de 767 tCO₂e.

⁽²⁾ L'estimation sur la réduction potentielle du poste mobilité a été effectuée à partir des données de l'enquête MOB sur les déplacements des étudiants et salariés de l'école 2018 ainsi que sur les changements à venir sur le plateau de Saclay (nouvelle ligne de métro, développement des infrastructures cyclables). Cette diminution attendue s'appuie sur un changement profond des habitudes de mobilité quotidienne, avec une répartition basée sur une forte utilisation des trains (RER, métro et tram : 68% des déplacements - contre 39,9% en 2018), une évolution vers l'utilisation du vélo (8%), de la marche à pied, principalement depuis les résidences récemment déployées sur le plateau (10%), ainsi que le développement de l'accès à la voiture électrique (6%).

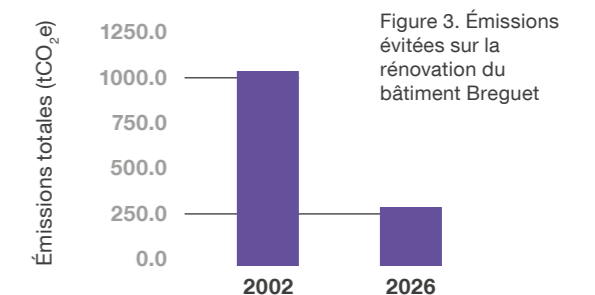
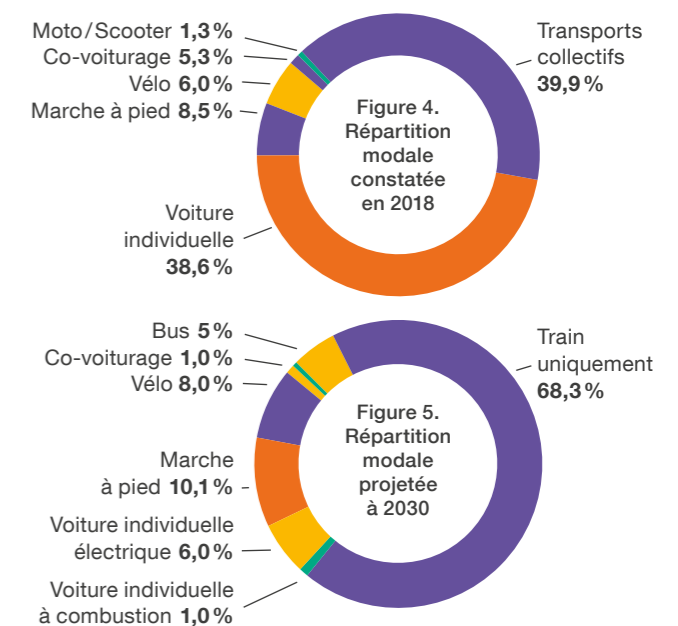


Figure 3. Émissions évitées sur la rénovation du bâtiment Breguet



3 À partir des données issues du dernier Bilan Carbone de CentraleSupélec en 2018, Greenly estime que le poste mobilité internationale de l'école pourrait diminuer considérablement en

fonction des scénarios évoqués ci-dessous. Plus d'informations sur la répartition des scénarios et les hypothèses employées sont disponibles dans la feuille de calcul fournie par Greenly.

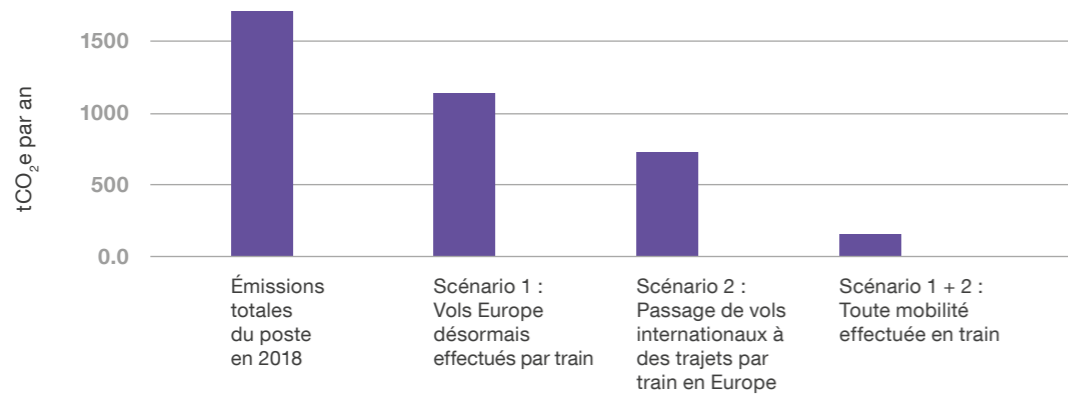


Figure 6. Impact des scénarios sur la mobilité internationale de l'école (salariés et étudiants)

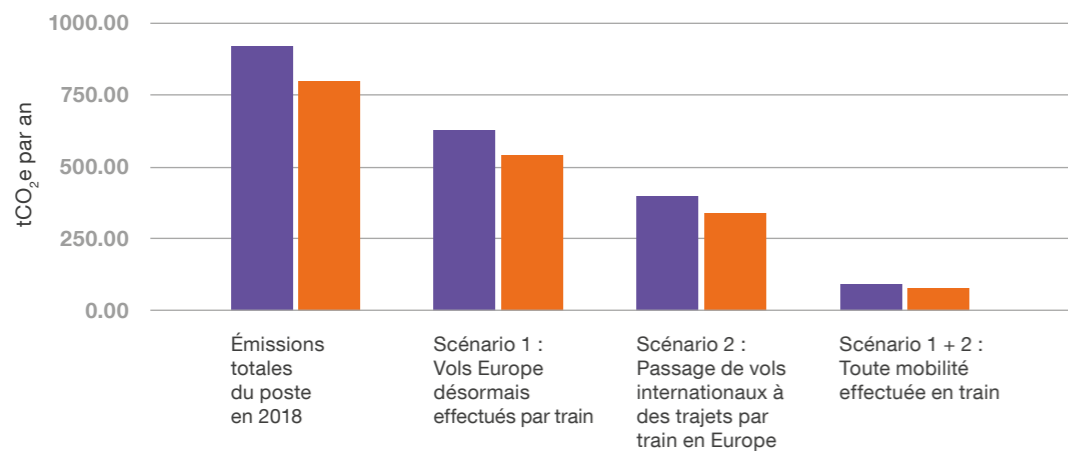


Figure 7. Impact des scénarios par mobilité des salariés et étudiants

4 Ici, l'hypothèse qui a été retenue est une augmentation du nombre de plats végétariens au cours des années à venir. Ce type de plan d'action permettrait de réduire jusqu'à 70% des émissions du poste.

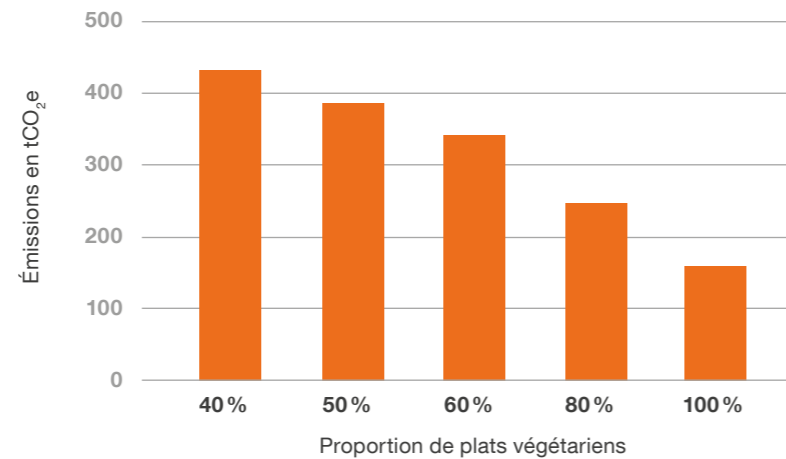


Figure 8. Émissions liées aux achats de nourriture à CentraleSupélec

5 Concernant le Numérique, nous avons émis des hypothèses sur le nombre d'appareils détenus par CentraleSupélec et avons ensuite basé nos calculs sur le plan d'action qui serait appliqué en parallèle concernant l'achat d'une partie du matériel en matériel reconditionné.

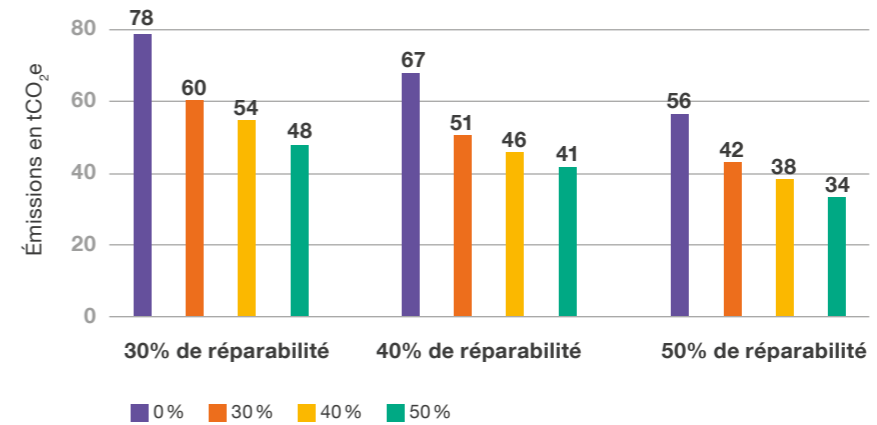


Figure 9. Émissions liées au Numérique en fonction du taux de réparabilité et d'achats de reconditionnés en 2026

6 Enfin pour le poste déchets, les scénarios se basent sur une réduction globale du nombre de déchets de 5% (scénario 1), 10% (scénario 2) et 15% (scénario 3). Ce poste étant minime dans le bilan (42 tCO₂e), ce n'est pas le poste où les actions de réductions seront les impactantes en termes de réduction d'émission. Cependant, des plans déchets qui sont déjà mis en place permettent également une sensibilisation de toutes les parties prenantes de CentraleSupélec. Afin d'aller encore plus loin dans la stratégie climat de CentraleSupélec et d'augmenter considérablement les chances de l'école d'atteindre ses objectifs climatiques à temps, Greenly propose une liste d'actions supplémentaires permettant de consolider la feuille de route.

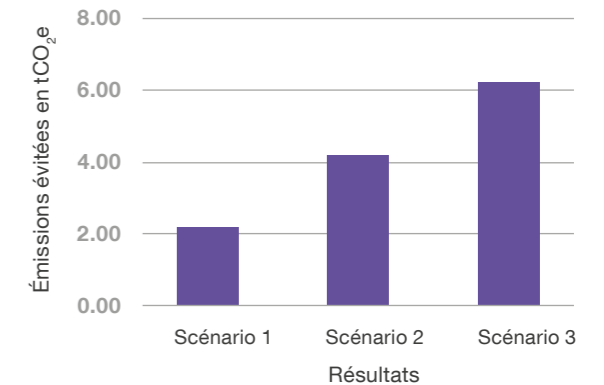


Figure 10. Émissions évitées sur le poste Déchets

05 *Mise en œuvre et perspectives*

Mise en œuvre opérationnelle

La mise en œuvre des engagements proposés dans ce document est conditionnée :

- Premièrement, à la validation de son contenu par la Direction de l'École et son CA, sur avis de la Commission Développement Durable de l'École ;
- Deuxièmement, au déploiement d'une organisation efficace et adaptée, pérenne et engagée.

Les détails de cette organisation seront discutés dans les prochaines semaines, mais dans les grandes lignes, nous pouvons suggérer :

- Le pilotage du Plan Climat par un comité de pilotage composé par exemple d'un représentant de la Direction générale de l'École, d'un directeur de laboratoire de recherche, d'un directeur de département d'enseignement et d'un étudiant ; ce comité de pilotage arbitrera les décisions sur la base des propositions issues des groupes de travail et du comité scientifique ; il rendra compte au CA de CentraleSupélec au travers du plan annuel de performance Développement Durable, précisant le plan carbone, présenté et amendé par les Comex et Codir de CentraleSupélec, et sur avis consultatif (au préalable) de la Commission DD.
- L'accompagnement du comité de pilotage par deux entités :
 - Le partenaire/prestataire de l'École Greenly pour l'année qui vient, lequel prendra en charge le suivi, la mise à jour annuelle et la certification régulière (au moins tous les trois ans) du Bilan Carbone®, et accompagnera la mise en œuvre opérationnelle des mesures Climat (conseil et communication) ;

- Un comité scientifique composé d'enseignants-chercheurs ou scientifiques volontaires et engagés sur la question au sein de l'École ; ce comité scientifique validera les bilans annuels et proposera des orientations/ mesures de réduction des émissions de GES ; il sera garant de la valeur scientifique des mesures proposées.⁽⁶⁾
- Le lancement (très rapide) des différents groupes de travail proposés, en identifiant pour chacun de ces groupes un porteur qui assurera le lien avec le comité de pilotage, et des contributeurs volontaires et/ou sélectionnés par rapport à leur expertise ou poste au sein de l'École ;
- Que les décisions soient validées et inscrites au plan annuel de performance de l'établissement, donc votées chaque année par le conseil d'administration de CentraleSupélec, sur avis de la Commission DD.

Un soin particulier sera également porté à la coordination du plan Climat de CentraleSupélec avec d'autres initiatives portées par exemple au niveau de l'Université Paris-Saclay ou du Groupe des Écoles Centrale.

La question des moyens alloués à cette organisation devra également être discutée pour être en adéquation avec l'ambition des mesures proposées. À ce titre, certains participants à la démarche ont évoqué l'idée de créer une dynamique autour d'un projet positif de Transition de l'École et de son écosystème (dont la rénovation du bâtiment Breguet peut être une vitrine), en s'inspirant de la dynamique qui avait été menée pour la construction du nouveau Campus (notamment par la mise à contribution des alumni). D'autres sources de financement, nationales ou européennes, pourraient également faire l'objet de réflexions.

⁽⁶⁾ NB : En lien avec les instances représentatives lorsque ces mesures peuvent avoir un impact sur les conditions de travail.

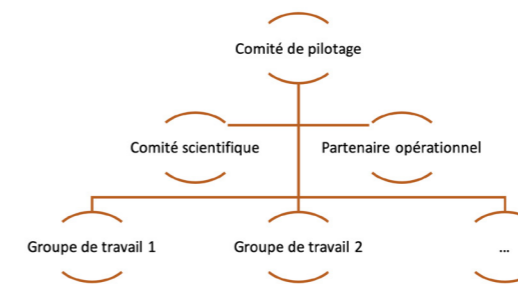


Figure 11. Organisation proposée

Perspectives

De nombreux retours sur ce document ont été récoltés durant les différentes étapes de sa conception : une partie a été intégrée au présent document. L'autre partie des retours représente des perspectives qui devraient à notre sens être prises en compte et mises en œuvre dans les prochaines itérations du Bilan Carbone® ou de la feuille de route Climat de CentraleSupélec. Ces perspectives sont détaillées ci-dessous :

- Sur le Bilan Carbone® de CentraleSupélec :

- Prendre en compte l'impact du télétravail (surconsommation d'électricité à domicile, diminution des trajets domicile-travail, éventuel ajustement du chauffage dans les locaux de CentraleSupélec, etc.) ;
- Prendre en compte les résidences et activités (associatives) étudiantes dans le périmètre de l'étude ; il faudrait notamment pour cela collaborer avec le CESAL, structure en charge de ces résidences à Gif ;
- Mieux prendre en compte les mobilités domicile-travail des étudiants (en 3^{ème} année, en master, en formation continue, la majorité des étudiants n'est pas logée sur le campus) et des personnels (enquête mobilité qui sera mise à jour) ;
- Mieux prendre en compte les mobilités internationales des étudiants (stages, césures, semestres académiques, etc.) et des personnels (conférences, réunions de projets, séjours académiques, etc.) ;
- À l'heure actuelle, seule la restauration du CROUS est prise en compte. Porter une réflexion sur l'éventuelle intégration des autres solutions de restauration (le Musée, food-trucks, etc.) ?
- Consolider un Bilan Carbone® unifié des différents campus et sites de CentraleSupélec.

- Avoir une approche gaz par gaz en séparant notamment CO₂, méthane, etc. (selon les recommandations de l'ONU).
- Détailler deux types d'émissions : les unes liées au fonctionnement ordinaire de bâtiments ou d'une communauté (chauffage, éclairage, etc.), les autres associées aux consommations spécifiques de laboratoires ou départements, car les leviers d'action ne sont pas les mêmes.

- Sur la feuille de route Climat (nous nous appuyons ici principalement sur les retours de Valérie Masson-Delmotte) :
 - Préciser explicitement les complémentarités et compatibilités (contradictions le cas échéant) entre les différents plans de CentraleSupélec (Climat, Mobilité, Déplacement, Biodiversité).
 - Assurer une coordination et complémentarité entre les plans Climat de CentraleSupélec, de l'Université Paris-Saclay, de la communauté d'agglomération Paris-Saclay, et plus généralement se positionner explicitement par rapport au travail du Haut Conseil pour le Climat et du GIEC.
 - Partager le travail réalisé avec d'autres entités ayant déjà réalisé un travail similaire (par exemple le Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement - LSCE), ou avec Labos1point5, à la fois pour rendre ce travail visible mais également pour le faire progresser.
 - Pour l'évolution des pratiques d'achats publics, un travail collégial à l'échelle nationale est nécessaire ; certaines compétences sur ce point peuvent être disponibles en sciences de gestion, et il existe des ressources à l'échelle européenne sur la *green procurement*. Intégrer à la réflexion les outils et orientation du PNAQ (Plan National d'Affectation des Quotas), du SPASER (Schéma de Promotion des Achats Socialement et Écologiquement Responsables) et de la plateforme RAPIDD (communauté des achats publics durables).
 - Mieux évaluer les engagements et actions proposées dans le contexte actuel de difficulté d'approvisionnement (coût de l'énergie, de l'alimentation, etc.).
 - Pour les engagements et actions liés à des changements de pratiques, mieux identifier le potentiel d'actions de type *nudge* (incitatives) et d'autres méthodes (réglementaires, rémunératrices, pénalisantes, etc.) ; identifier les obstacles et injonctions parfois contradictoires.
 - Construire une analyse de risques pour s'assurer de la faisabilité des engagements proposés (quelle stratégie en cas de retard ou d'action insuffisante pour tenir les objectifs ?).

- Commencer à construire une réflexion sur les ruptures à atteindre au niveau de CentraleSupélec pour viser l'objectif Net Zéro de la France en 2050 ; clarifier les budgets carbone à viser.
- Développer un volet adaptation au-delà du volet atténuation principalement développé dans cette première feuille de route. Par exemple, les transports et infrastructures de CentraleSupélec/du plateau de Saclay sont-ils prêts à tenir le choc en cas de pic de chaleur à 50°C ? Quelles implications du changement climatique par exemple pour l'organisation de concours, examens ? Y a-t-il des enjeux sur les conditions de travail ou d'étude (par exemple pour le personnel de restauration en atmosphère chaude) ? Même question par rapport à une situation de pluies extrêmes (analyse de risques, localement, et aussi pour les mobilités en Ile-de-France) ?
- Adopter une approche par scénarios pour se projeter à 2050. Une telle approche permettrait de privilégier une action transformationnelle plutôt qu'incrémentale.
- Repartir de la mission de l'École pour décomposer les dépenses (coût économique et coût carbone) par « fonction » de l'École de manière à avoir une approche par l'économie de la fonctionnalité.
- Les deux points précédents doivent permettre de développer une approche partagée avec le conseil d'administration de l'École, qui lui-même se livre à un exercice prospectif sur l'évolution de l'École.
- Viser une certification après une première étape de mise en œuvre.
- S'inspirer d'initiatives développées par d'autres universités françaises ou internationales. Imaginer un voyage d'étude d'une délégation de CentraleSupélec dans une ou plusieurs universités accessibles en train, si le déplacement est jugé pertinent. Par exemple : Utrecht et mobilité cyclable (infrastructures) ; Suède et chauffage décarboné ; plus généralement, voir le rapport du Haut Conseil pour le Climat⁽⁷⁾.

⁽⁷⁾ <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/renover-mieux-lecons-deurope/>

Remerciements

Nous remercions chaleureusement l'ensemble des participants à la démarche :

- > Sophie David, chargée de mission Développement Durable de CentraleSupélec à la DPIET et Maël Levet, consultant chez BL Évolution et jeune diplômé de l'École, pour leur grande aide sur ce chantier ;
- > Les animateurs des ateliers Climat pour leur investissement et les débats passionnants : Éléonore Mounoud, Marc Darras, Fabien Bellet, Yann Leroy, Thibaud Hugard, Patrick Perré ;
- > Les participants aux ateliers Climat : Cynthia Colmellere, Karine Watrin, Lavinia Stanesco, Claude Marchand, Mathilde Jehanno, Erwan Gardies, Guillaume Vasselin, Baptiste Boyer, Marie-Anne Lefebvre, François Puel, Romain Morillon, Pauline Giboin, Gaëlle Lahoun, José Picheral, Alexandre Sab, Matthieu Roux, Jean Maufoy, Agathe Le Galiot, Didier Dumur, Vincent Jolys, Ruben Partouche, Karine Delacourt, Hélène Huard, Ève Gadou, Ugo Muhieddine, Jean-Baptiste Tavernier, Sylvie Dufil, César Melinand, Hamza Benslimane, Muriel Rouaux, Jean Michel Ohandja Ayina, Franck Furstoss, Lionel Gabet, Jérôme Lalechère, Jean-Claude Vannier, Sylvie Guessab ;
- > Alexandrine Urbain, Stanislas Gagey et la Communication de l'École pour l'organisation des ateliers et la communication autour de la démarche ;
- > Les étudiants du projet BEGES initiateurs de la démarche : Romain Ducret et Dimitri Granger ;
- > La Direction Générale, Romain Soubeyran et Philippe Dufourcq pour leur support à la démarche et aux ateliers ;
- > Les membres de la Commission du Développement Durable CentraleSupélec, premiers relecteurs de ce document ;
- > L'ensemble des relecteurs du document (Comité Technique, syndicats, animateurs et participants aux ateliers, directions de l'École, étudiants) qui ont permis de faire grandement évoluer ce document pour le rendre plus lisible, ambitieux et compatible avec les autres démarches en cours. En particulier nous remercions vivement Valérie Masson-Delmotte, Jean-Jouzel, Philippe Quirion, Marc Darras et Sophie Szopa pour leurs regards extérieurs et bienveillants.

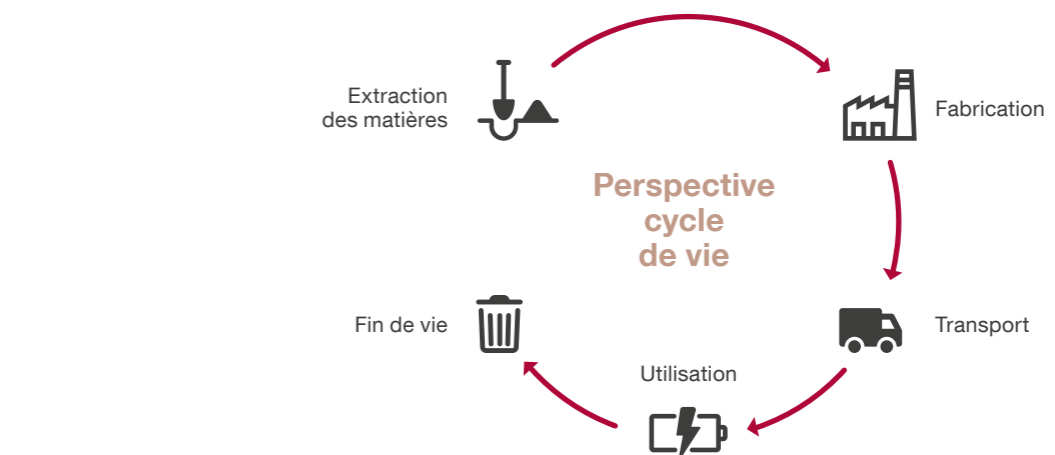
Annexes

Annexe 1. Méthodologie détaillée

Bilan Carbone®

La méthodologie Bilan Carbone® est « une méthode de comptabilité carbone en France, à destination des organisations (entreprises, collectivités, associations, etc.) »⁽⁸⁾. Cette méthode permet d'initier « une démarche d'amélioration continue pour engager les organisations vers une transition bas carbone. L'objectif final étant la

réduction effective des émissions de gaz à effet de serre (GES) permis par la mise en place d'un plan d'action de réduction des GES »⁽¹⁰⁾. L'article 26 du texte de la loi Grenelle II a rendu obligatoire pour certaines structures, notamment les établissements publics de plus de 250 personnes comme CentraleSupélec, un Bilan des Émissions de Gaz à Effet de Serre (BEGES), que permet la méthodologie Bilan Carbone®.



Impacts environnementaux



Le Bilan Carbone® est une approche d'évaluation environnementale multi-étapes (elle considère l'ensemble des étapes du cycle de vie des produits) et mono-critère (elle ne considère que les impacts liés aux émissions de GES, et occulte donc d'autres catégories d'impact comme les impacts sur la biodiversité, sur l'eau et en grande partie sur les ressources et la production de déchets, pour ne citer qu'eux). L'outil Bilan Carbone® est développé par l'Association pour la transition Bas Carbone® (ABC) – initialement par l'ADEME⁽¹⁰⁾, l'Agence de la Transition Écologique – qui met à disposition des personnes formées (via l'Institut de Formation Carbone) la méthodologie et les outils (actuellement la version 8).

⁽⁸⁾ <https://abc-transitionbas carbone.fr/le-bilan-carbone-v8-7-est-disponible/>
⁽⁹⁾ <https://abc-transitionbas carbone.fr/>
⁽¹⁰⁾ <https://www.ademe.fr/>



Figure 12. Illustration des aspects multi-étapes et mono-critère du Bilan Carbone®

Après une initiation de la démarche début 2020 par un projet étudiant à l'échelle du campus de Paris-Saclay, en utilisant l'outil simplifié Carbone Campus⁽¹¹⁾, CentraleSupélec a confié la certification de son premier Bilan Carbone[®] au cabinet BL Évolution. BL Évolution a produit et certifié le Bilan Carbone[®] 2019 du campus de Paris-Saclay de CentraleSupélec – dont la synthèse détaillée est présentée en Annexe 2 – et a, ensuite, accompagné la démarche qui a mené à la rédaction de cette première feuille de route Climat de CentraleSupélec. Des démarches similaires sont engagées sur les campus de Rennes, de Metz et le site de Pomacle (initialisation par un projet étudiant, suivi d'une intervention de BL Évolution) et mèneront à terme à une feuille de route unifiée à l'échelle de l'ensemble des campus et site de CentraleSupélec.

Ateliers et consultation Climat

À l'issue de la réalisation du Bilan Carbone[®] 2019 du campus Paris-Saclay de CentraleSupélec, un groupe de travail a été constitué pour réfléchir au plan d'action de réduction des GES de l'établissement, appelé ici « Feuille de route Climat ».

Pour ce faire, un processus en plusieurs étapes a été proposé, dans l'objectif d'inclure dans cette démarche un maximum de parties prenantes de l'École afin d'aboutir à une feuille de route concertée et favoriser l'acceptabilité de la démarche. Le schéma ci-dessous détaille ces étapes. Après la finalisation du Bilan Carbone[®] fin 2020 et sa certification début 2021, une présentation en distanciel du bilan carbone a été réalisée en juin 2021 à destination de la Direction Générale et du personnel (plus de 70 membres du personnel connectés), suivie de deux ateliers réunissant une trentaine de participants incluant des étudiants et personnels, afin de réfléchir

collectivement aux mesures de réduction de GES, sur la base des postes d'impacts relevés dans l'analyse des résultats du Bilan Carbone[®]. Les participants aux ateliers ont été sélectionnés pour représenter au mieux les différentes parties prenantes de l'École, tout en assurant un bon équilibre de participants en situation de direction ou non, à savoir :

- Étudiants des différentes années du cursus et des différents campus de CentraleSupélec (dont les délégués élèves « Transitions » des promotions et les étudiants impliqués dans les projets de BEGES) et Doctorants ;
- Enseignants-chercheurs, en particulier les correspondants (ou référents) Développement Durable des laboratoires de CentraleSupélec, des directeurs de laboratoire et département d'enseignement, et des représentants des différents campus ;
- Des représentants des directions suivantes : Direction des Études (DE), Direction de la Recherche (DR), Direction Générale des Services (DGS), Direction du Patrimoine Immobilier et Environnement de Travail (DPIET), Digital Institute et Systèmes d'Information (DISI), Direction des Relations Entreprise et de la Valorisation (DREV), Direction des Relations Internationales (DRI)... ;
- Enfin, des personnels volontaires pour participer à la démarche : autres étudiants, post-doctorants, ingénieurs de recherche, personnels administratifs et techniques...

Une équipe de 10 animateurs a également été constituée, incluant des enseignants-chercheurs, personnels ou anciens de l'École, investis sur les questions de transition écologique, ainsi que deux consultants BL Évolution. Cette équipe a réfléchi collectivement à l'organisation et l'animation des ateliers et a contribué à la synthèse de l'ensemble des échanges.

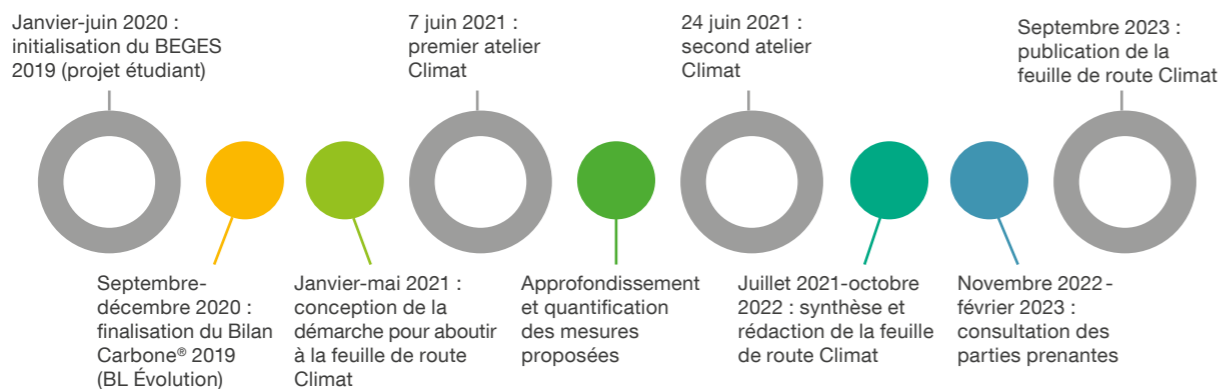


Figure 13. Processus de conception de la feuille de route Climat

⁽¹¹⁾ <https://avenirclimatique.org/carbone-campus/>

Le premier atelier a eu lieu le 7 juin 2021 (en distanciel pour cause de restrictions sanitaires). Son déroulement était le suivant :

- Session plénière ouverte à toute l'École : Introduction de la démarche, prise de parole de la Direction Générale de l'École, présentation des résultats du Bilan Carbone[®] 2019 du campus de Paris-Saclay et diffusion d'une vidéo préenregistrée d'encouragements du climatologue Jean Jouzel⁽¹²⁾ ;
- Ateliers à proprement parler : répartition des participants en 3 groupes de travail : (1) Campus, (2) Recherche et (3) Enseignement. Chaque groupe était invité à travailler (via Microsoft Teams et l'outil Miro) sur les principaux postes d'émissions de GES (Déplacements, Énergie, Achats & Matériels), tout en gardant en tête l'objectif Net Zéro en 2050 et une perspective multi-impact (biodiversité, eau, déchets, social, etc.) ;
- Session plénière de restitution des groupes et discussion générale.

Entre les deux ateliers, les propositions synthétisées par les animateurs ont été catégorisées et, lorsque cela était possible, quantifiées ou documentées avec l'aide de BL Évolution et de la DPIET (pour les mesures déjà engagées sur le campus par exemple).

Le second atelier a eu lieu le 24 juin 2021 (toujours en distanciel). Son déroulement était le suivant :

- Session plénière : restitution des BEGES des campus de Rennes et Metz par les groupes d'étudiants et encadrants les ayant réalisés ; présentation des catégorisations et quantifications de mesures issues du premier atelier ;
- Ateliers à proprement parler : répartition des participants en 3 groupes de travail, suivant une logique différente : (1) Actions court terme, (2) Actions long terme, et (3) Diffusion, acceptabilité, mise en œuvre & suivi ;
- Session plénière de restitution des groupes et discussion générale.

À l'issue de ce deuxième atelier, les propositions et discussions synthétisées par les animateurs ont été reprises et travaillées pour aboutir à la présente feuille de route.

⁽¹²⁾ vidéo complète : https://youtu.be/Q_eQPf5nr_c

Une feuille de route Climat concertée et évolutive

Une fois la première version de la feuille de route finalisée, le bureau d'étude Greenly a été mandaté pour quantifier les engagements qui peuvent l'être et fournir ainsi des éléments plus tangibles pour détailler un maximum de mesures proposées. Enfin, une dernière étape de consultation élargie des parties prenantes de l'École a été menée. Pour cela, la feuille de route a été envoyée à des représentants des parties prenantes suivantes :

- Comité Technique
- Syndicats représentés à CentraleSupélec (CGT et CFDT)
- Animateurs et participants aux ateliers
- Directions de l'École : Direction Générale (DG), directions des campus, Direction Générale des Services (DGS), Direction des Relations Internationales (DRI), Direction du Patrimoine Immobilier et de l'Environnement de Travail (DPIET), Digital Institute et Systèmes d'Information (DISI), Direction des Relations Entreprise et de la Valorisation (DREV), Direction des Études (DE), Direction de la Recherche (DR), Direction de la Communication
- Étudiants, via l'association Impact, le GRITEC et les délégués transition
- Vice-Présidence Développement Soutenable de l'Université Paris-Saclay
- Et enfin quelques personnalités extérieures : Valérie Masson-Delmotte et Jean Jouzel

En synthèse, la démarche engagée pour aboutir à cette feuille de route s'est voulue au maximum concertée, inclusive et basée sur les résultats quantifiés du Bilan Carbone[®]. Pour autant, il convient d'exprimer deux principales limites et perspectives qui devront être prises en compte pour les prochaines itérations annuelles de cette feuille de route :

- Concertation : si un maximum de parties prenantes de l'École ont été consultées aux différentes étapes de la démarche, une phase de consultation élargie à l'ensemble des personnels et usagers de l'École permettrait d'aller encore plus loin dans la démarche ; cette proposition pourra être mise en œuvre pour la seconde itération de la feuille de route (à partir de septembre 2023) ;
- Évolutivité : la présente feuille de route aboutit à un certain nombre de mesures ou réflexions regroupées en différents domaines.

Tous ces domaines ou toutes ces réflexions n'ont pas forcément le même degré de maturité. Si certains domaines sont très matures et font l'objet de mesures précises et quantifiées, d'autres domaines sont beaucoup plus prospectifs et nécessitent des travaux conséquents et sur la durée, avant d'aboutir à des mesures précises et acceptables. Nous avons donc identifié la progression suivante que chaque domaine de réflexion devra suivre afin d'arriver à la mise en œuvre de mesures précises et comprises. Dans cette optique, certains domaines de réflexion nécessitent donc la création de groupes de travail qui devront étudier les conditions préalables à la mise en œuvre de mesures (incluant en particulier des considérations d'acceptabilité) et imaginer et quantifier ces mesures avant d'envisager leur mise en œuvre. Ces groupes de travail sont proposés à la fin de ce document.

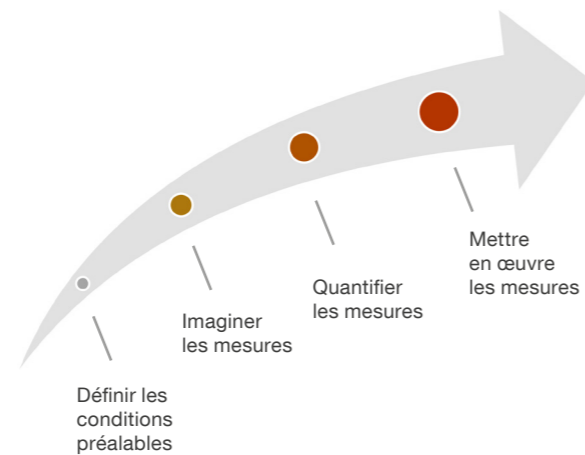


Figure 14. Logique proposée pour la montée en maturité des domaines de réflexion

Annexe 2. Synthèse détaillée du Bilan Carbone 2019 du campus de Gif-sur-Yvette

Périmètre de l'étude

L'étude a été réalisée sur l'année civile 2019. Elle concerne le campus de Gif-sur-Yvette, incluant les quatre bâtiments (Eiffel, Bouygues, Breguet et LGEP), les étudiants et le personnel.

L'étude couvre les scopes 1, 2 et 3 de la méthodologie Bilan Carbone® (couvrant un périmètre large des émissions de CentraleSupélec), en particulier les postes suivants :

- > Consommations d'énergie des bâtiments
- > Déplacements (domicile-travail et professionnels du personnel, mobilités internationales sortantes)

- > Achats de biens et services, notamment les repas du CROUS
- > Immobilisations (bâtiments, parc informatique, machines, mobilier...)
- > Changement d'usage des sols
- > Fuites de fluides frigorigènes
- > Déchets

Ont été exclus de l'étude par manque d'information : mobilités internationales entrantes, déplacements visiteurs et étudiants quotidiens, une partie du fret. Enfin, la résidence étudiante a également été exclue de l'étude (car gérée par une entité différente, le CESAL). La prochaine itération du Bilan Carbone® du campus de Gif-sur-Yvette aura en particulier pour objectif d'étendre le périmètre aux résidences étudiantes.

Collecte des données

Les sources de données suivantes ont été utilisées :

- > Relevés DPIET (Direction du Patrimoine immobilier et Environnement de Travail)
- > Factures
- > Extraction des notes de frais
- > Sondage mené dans le cadre du plan de Mobilité
- > Suivi mobilités
- > Extraits comptables
- > Relevés des laboratoires
- > Plans des bâtiments

Résultats

Le Bilan Carbone de CentraleSupélec (campus de Gif) sur l'année 2019 s'élève à

9 067 tCO₂e

Soit : 2,5 tCO₂e / personne (salarié ou étudiant) en moyenne (Détail : 2,0 tCO₂e / étudiant ; 3,7 tCO₂e / salarié)

Cela représente les émissions de :
 > La combustion de 20 600 barils de pétrole
 > 1 050 tours du monde en avion
 > L'empreinte carbone annuelle de 860 Français

Source : outil Bilan Carbone ; statistiques du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire

Pour une démarche ambitieuse de réduction de l'empreinte carbone, les actions à fort impact devront donc notamment se focaliser sur les 4 principaux postes d'émission : déplacements, achats (dont CROUS), matériel (ou immobilisations : informatique, mobilier, véhicules, équipements), et énergie. Par ailleurs, les postes moins impactants en termes de GES peuvent faire l'objet d'une approche distincte en complément. Par exemple, le sujet des déchets fait l'objet d'un diagnostic en cours qui mène à un plan d'action spécifique.

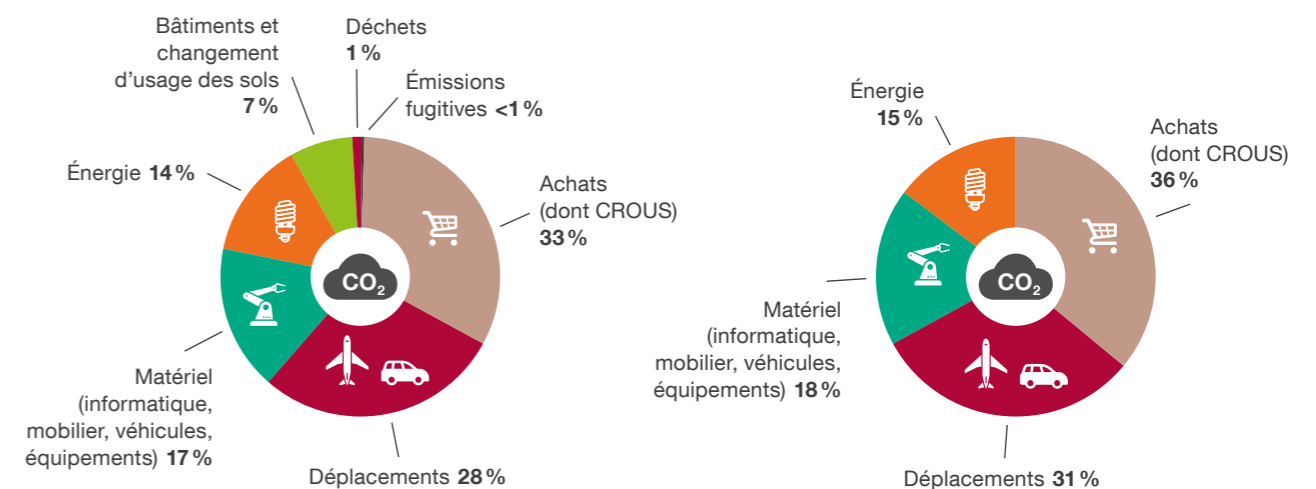


Figure 16. Résultats du Bilan Carbone® par poste d'impact

Figure 15. Répartition des émissions de GES selon les 4 postes d'émission les plus impactants

Précision méthodologique : dans un Bilan Carbone®, les activités sont quantifiées en différentes unités suivant leur nature : € pour des achats, nombre et type de repas pour l'alimentation, distance parcourue pour les déplacements, etc. Puis ces valeurs sont transformées en émissions de gaz à effet de serre (GES) via des « facteurs d'émission » proposés par l'ADEME et régulièrement mis à jour.

Détail du poste Achats

Les principaux postes concernent :

- > Les biens manufacturés – 1 483 k€
- > L'entretien et la réparation – 1 408 k€
- > Les repas du Crous – 299 735 repas
- > Les services – 2 247 k€
- > La maintenance multitechnique – 840 k€
- > L'édition – 604 k€

Type de repas	Nombre de repas	Part relative
Repas moyen (Breguet)	63 568	21 %
Repas végétarien (Breguet)	10 576	4 %
Repas moyen (Eiffel)	127 926	58 %
Repas végétarien (Eiffel)	52 665	18 %
Total	299 735	100 %

Repas du CROUS (ce poste n'inclut pas les achats du Musée, le bar des étudiants)

Détail du poste Déplacements

Les trois types de déplacements représentent l'équivalent de 405 tours du monde parcourus :

- > déplacements professionnels (train, avion, voiture) : 4 284 890 km
- > déplacements domicile-travail (métro et RER, véhicule personnel, vélo, marche à pied, etc.) : 6 800 960 km
- > mobilités internationales sortantes des étudiants (train, avion) : 5 120 640 km

Remarque : L'exclusion des déplacements domicile-étude des étudiants et des mobilités entrantes, par manque de données, entraîne une sous-évaluation des émissions du poste Déplacements. Néanmoins les déplacements domicile-études sont supposés peu impactants, la majorité des étudiants habitant sur le campus.

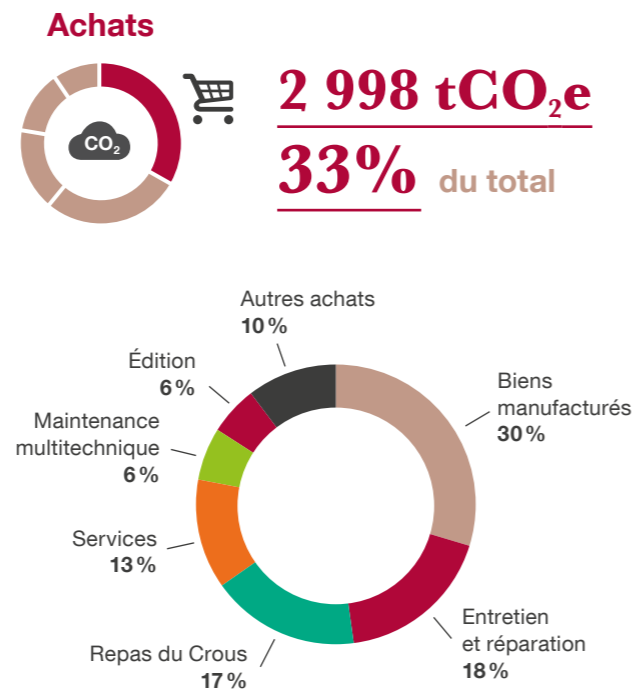


Figure 17. Répartition des émissions de GES selon les catégories d'achats

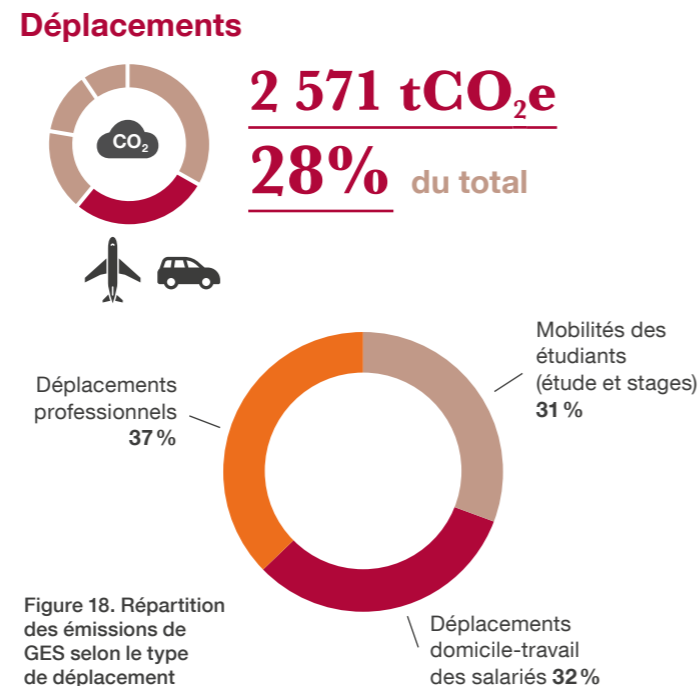


Figure 18. Répartition des émissions de GES selon le type de déplacement

Détail du poste Immobilisations (hors bâtiment)

Ces immobilisations sont réparties comme suit :

- > Les installations techniques, matériels et outillages : 26 000 k€ (15 ans)
- > Le matériel informatique : parc DISI et laboratoires, hors Mésocentre de CentraleSupélec, ENS Paris-Saclay et Université Paris-Saclay (4 ans en moyenne)
- > Le mobilier : 1 612 k€ (10 ans)
- > Les véhicules : 7 véhicules (5 ans)

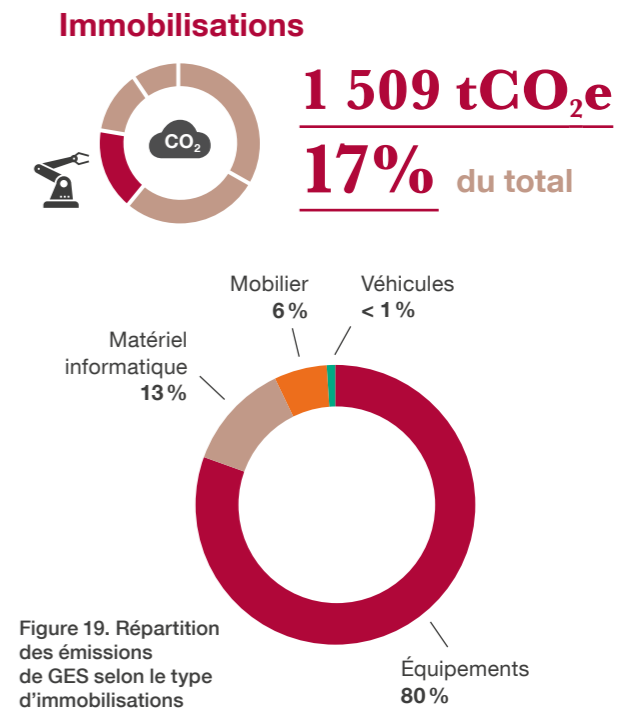


Figure 19. Répartition des émissions de GES selon le type d'immobilisations

Détail du poste Énergie

Le gaz représente 5% des émissions pour 2% des consommations énergétiques de CentraleSupélec.

Intérêt de la géothermie pour Bouygues et Eiffel :

- > Réduire les consommations de gaz pour le chauffage et l'ECS
- > Réduire les consommations d'électricité pour la climatisation

Efficacité énergétique des bâtiments (incluant la consommation des activités s'y déroulant) :

- > Bouygues : 118 kWhEP/m² (23 000 m²)
- > Eiffel : 293 kWhEP/m² (45 500 m²)
- > Breguet-GEEPS : 466 kWhEP/m² (36 800 m²)

Remarque : le bâtiment Eiffel accueille le CROUS et des laboratoires expérimentaux, ce qui explique en partie la consommation par m² plus élevée que le bâtiment Bouygues (qui n'accueille presque que des activités de bureau).

En termes d'efficacité énergétique, les enjeux se situent principalement au niveau du bâtiment Breguet de par sa taille et sa vétusté (très forte consommation par m²). Le bâtiment Eiffel, plus grand, représente quant à lui 57% des émissions liées à l'énergie pour 47% des consommations, ce qui est lié au type de chauffage (réseau de chaleur Paris-Saclay en cours de déploiement intégrant

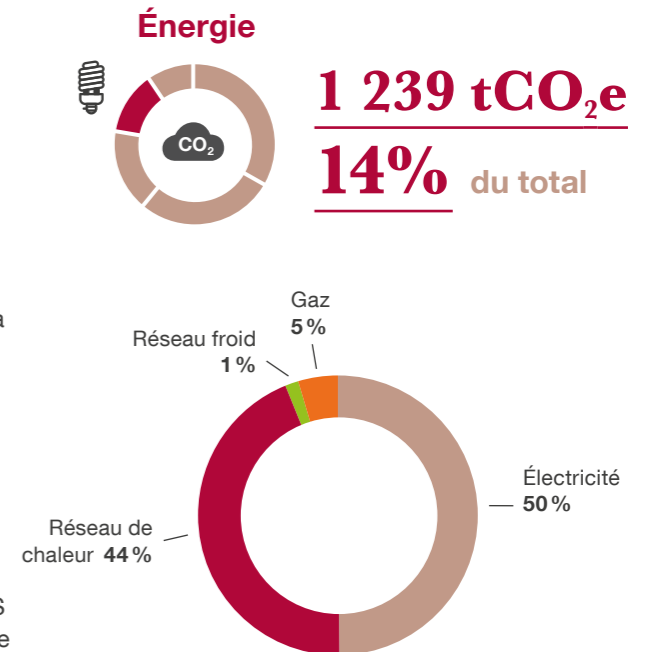


Figure 20. Répartition des émissions de GES selon le type d'énergie utilisée (tous bâtiments confondus)

pour l'instant une contribution importante de gaz, plus impactant que le chauffage électrique présent au bâtiment Breguet). Une étude supplémentaire sur les usages liés à ces consommations devra être réalisée (audit énergétique, notamment pour les laboratoires).

En synthèse : les paramètres clés

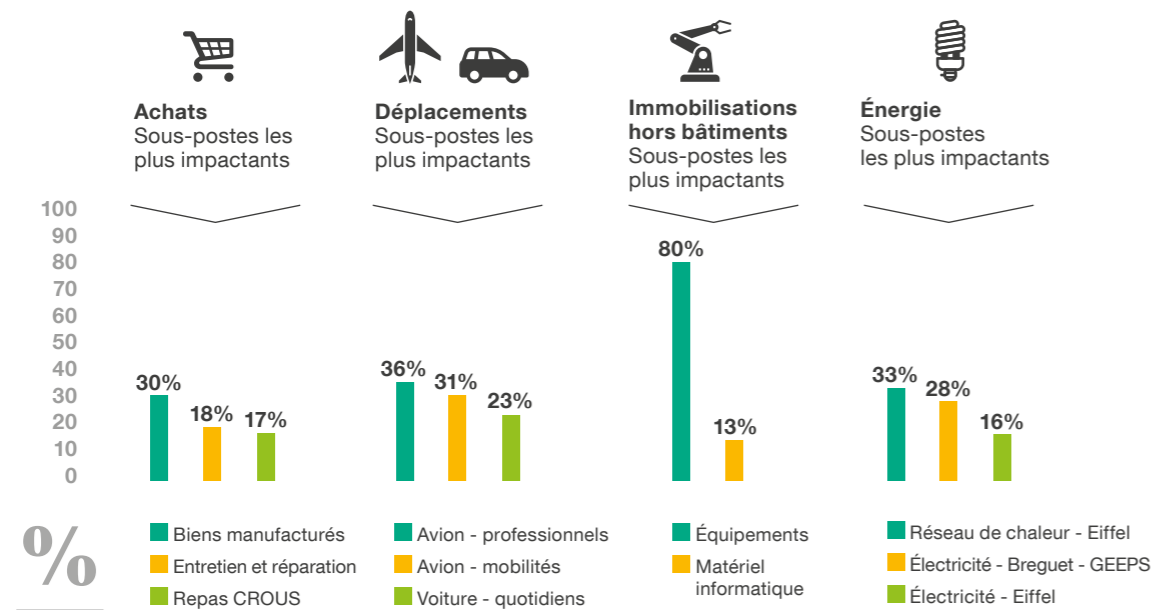


Figure 21. Paramètres clés selon les postes d'impact, en proportion des émissions de GES liées au poste concerné

Annexe 3. Synthèse des résultats des ateliers de réflexion

Les deux ateliers Climat organisés au printemps et à l'été 2021 ont permis d'explorer les principaux postes d'impact d'émissions de GES issus des résultats du Bilan Carbone® (Achats, Déplacements, Matériel, Énergie, Bâtiment et changement d'usage des sols) et selon différentes perspectives (activités d'enseignement, de recherche, gestion du campus). Ces ateliers ont permis l'initiation de discussion sur des mesures déjà relativement précises ou, au contraire, sur des champs de réflexion sur lesquels il était plus complexe de se positionner. Cette section propose une synthèse de ces échanges.

Nota bene : le détail de ces réflexions est donné à titre indicatif. Dans un nécessaire souci de lisibilité et structuration, toutes les réflexions et mesures proposées n'ont pas été reprises dans les 10 engagements de la feuille de route et n'ont pas forcément vocation à l'être. Néanmoins, ces éléments sont capitalisés et alimenteront les groupes de travail.

Par ailleurs, de nombreux retours sur ces propositions ont été fait lors de la phase de relecture de ce document. Nous avons donc intégré l'ensemble de ces éléments qui permettent d'approfondir les réflexions engagées et inspireront les groupes de travail. Ces nouveaux éléments apparaissent en italique avec la mention « Compléments apportés lors de la relecture du document ».

Pour les besoins des ateliers et simplifier les échanges, certains postes d'impact ont été regroupés pour aboutir à trois postes principaux :

- > Achats & matériels : regroupant les achats (incluant l'alimentation) et les matériels (informatique, mobilier, véhicules, équipements) ;
- > Énergie & bâtiments : regroupant la consommation d'énergie, la construction et l'entretien des bâtiments et le changement d'usage des sols ;
- > Déplacements : incluant les déplacements professionnels, étudiants, et domicile-travail.

Lors des échanges en atelier, certaines discussions similaires ont eu lieu dans des groupes de travail portant sur des perspectives (enseignement, recherche, campus) différentes. C'est pourquoi, dans la synthèse ci-dessous, nous privilégions une restitution des échanges par les postes d'impact.

Mesures et réflexions transverses

- > Approfondir le Bilan Carbone et autres diagnostics (énergétiques) pour concevoir des actions plus ciblées : avoir des chiffres par service, laboratoire, département d'enseignement ; inclure les résidences ;
- > Mettre à jour le Bilan Carbone pour les années 2020 et 2021 pour appréhender l'impact du télétravail et des services numériques ; plus généralement mettre en place un dispositif pour assurer une mise à jour annuelle des Bilans Carbones de tous les campus ;
 - *Compléments apportés lors de la relecture du document : prendre en compte les surconsommations de chauffage et électricité lié au télétravail ;*
- > Militer pour une évaluation de la recherche intégrant des critères de durabilité (science ouverte, science participative et éthique en innovation) ; aujourd'hui basée principalement sur les publications et citations ;
 - *Compléments apportés lors de la relecture du document :*
 - *Attention à ce que l'on prend en compte dans l'aspect « durabilité » : l'expérience consomme mais est fondamentale pour proposer des innovations*
 - *Il pourrait être intéressant de préciser ce qu'on cherche à rendre durable et éthique : est-ce la ressource utilisée pour la recherche (ex. mutualisation d'équipements, alternative à certains procédés énergivores) ? Est-ce l'objet de la recherche (ex. faire des composants plus frugaux, étudier des lowtechs, viser des applications éthiques et/ou environnementales) ? Est-ce le vecteur de diffusion (ex. science ouverte, science participative, etc.) ? Les trois volets sont probablement très intéressants mais nécessitent des pilotages différents.*
- > Mettre en place un tableau de bord des émissions et consommations par services, laboratoires, départements et pour les étudiants ;
- > Sensibiliser les chercheurs et personnels à consommer avec modération (énergie, déplacements, flux matière, alimentation...) par des guides de bonnes pratiques, des campagnes d'informations (comme déjà mené avec le concours Cube par exemple), le recours à des nudges et incitations...
 - *Compléments apportés lors de la relecture du document : il faut dégager du temps pour que le personnel puisse suivre des formations et étudier la possibilité d'imposer de suivre une sensibilisation (Fresque du Climat ou autre) comme c'est fait pour les étudiants.*
- > Mettre à contribution les étudiants et personnels pour observer et faire remonter des situations pouvant être améliorées (usages aberrants) ; un premier tour d'horizon a permis de noter par exemple :
 - Salles dans le centre de langues restant allumées la nuit ;
 - Climatization trop forte pour le bâtiment Eiffel ;
 - Locaux associatifs utilisés pour du stockage chauffés toute l'année ;
 - Oubli de coupure du chauffage des amphis en partant, la nuit également ;
 - En période de confinement, des ordinateurs allumés tous les jours dès 7h et éteints les soirs à 20h00 pour un accès à distance.
- > Mutualiser les bonnes pratiques avec les autres établissements de l'Université Paris-Saclay ;
 - *Compléments apportés lors de la relecture du document : oui, mais il faut d'abord et avant tout s'appuyer sur les éléments remontés par le Haut Conseil pour le Climat et le GIEC*

- Récolter les idées des personnels et étudiants de l'École (plate-forme de recueil d'idées) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : Une initiative remarquable à Utrecht de « climate help desk » : toute personne peut poser une question en lien avec le climat et la transition écologique, et ensuite une coordination apporte une réponse scientifique, relue, sourcée (peer review) et je pensais que nous pourrions peut-être faire émerger quelque chose de ce type à Paris Saclay (à roder en interne pour élargir au grand public externe), voir <https://www.klimaathelpdesk.org/> (les questions étant à spectre très large et touchant souvent à des aspects pratiques, type analyse cycle de vie véhicule électrique, pertinence pompe à chaleur ou autre). Cela pourrait faire l'objet de projets étudiants en identifiant des acteurs de la communauté scientifique disposés à y contribuer.
- Encourager le télétravail et se donner les moyens ; réfléchir aux coûts que cela peut avoir (économie et coût énergétique pour l'employeur déportés vers les salariés). Passage à trois jours de télétravail pour ceux qui le souhaitent ? Conserver un minimum de présentiel pour assurer la cohésion des équipes ; etc.
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : difficile de voir où est le gain environnemental du télétravail (les bâtiments seront toujours chauffés) si ce n'est sur les trajets domicile-travail. N'est-il pas préférable d'encourager co-voiturage et mobilités douces ?

Mesures et réflexions relatives au poste Achats & matériels

Politique achats

- Définir une politique d'achats responsable : critères d'achats durables (lois Égalim et Économie circulaire) ; mise en place de critères énergétiques en matière d'achat (label A+++ sur les équipements : achats uniquement des meilleurs énergétiquement) ; privilégier les filières vertueuses (labels énergétiques, tout label en général) et des fournisseurs engagés dans la réduction de leur émissions de CO₂, entreprises avec de vraies démarches RSE ; prise en compte de l'indice de réparabilité dans les achats ; politique d'achats avec budget carbone ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Toute la difficulté est actuellement le manque d'offre même si l'on augmente la volonté et le poids de ce critère dans les marchés
 - Sur la réparabilité : avoir des personnes compétentes pour la réparation d'une partie du matériel en interne (à CentraleSupélec ou plus largement sur le campus) serait pertinent, ça existait avant dans les universités mais cela a été supprimé au fil des ans
 - L'École relève des politiques publiques des achats, et donc il pourrait être fait mention, en accord avec la DPIET, des outils et orientations que sont le PNAQ, les SPASER et RAPIDD. Par contre, pour des raisons juridiques, il n'est pas possible de sélectionner des entreprises sur la base de leur démarche RSE, mais seulement sur la qualité de leurs produits et services.
- Limiter les achats à usage unique ;
- Réduire les impressions papier ; imprimer sur papier recyclé (mais potentiellement plus d'impact CO₂) ; diagnostic des postes d'impression ; impression à la demande (en cours pour les photocopies) ; définir une politique d'impression ;
- Centraliser les achats (par exemple au niveau de l'Université) avec pour objectif de grouper les livraisons :
 - Éviter la ronde des livreurs : lieu commun de livraison/zone commune sur le plateau (hub de livraison) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : nécessité de modifier les marchés et de mettre un minimum de commande (tout en communiquant sur le pourquoi en interne)
 - Optimiser le dernier kilomètre de livraison ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : dans le ratio du fret national le dernier km est loin d'être négligeable.
 - Normaliser/standardiser les achats des établissements du plateau ;
 - Inventaire du matériel faiblement utilisé dans les laboratoires (mutualiser les équipements - déjà le cas du Mésocentre par exemple) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Oui, favoriser les plateformes instrumentales et en ouvrir l'accès, et financer les « jouvences » souvent difficiles à financer mais qui augmentent la durée de vie des appareils
 - Attention à bien prendre ces équipements en compte ensuite dans le bilan carbone de CentraleSupélec dans le cas de mutualisations au niveau de l'Université Paris-Saclay (exemple : Mésocentre)

- Centraliser les achats étudiants (associatifs) qui pourraient être faits conjointement, même choix de fournisseurs ET achats pour les événements.
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Demanderait sans doute une plus grande considération/compréhension des associations étudiantes par la direction pour créer cette synergie (si c'est l'administration qui s'en charge). Ce qui n'est pas le ressenti des élèves pour le moment.
 - Mener une réflexion sur la consommation de matériel et de produits jetables dans les événements

Alimentation

- Développer la restauration locale, de saison, les circuits courts en alimentation ; nécessaire implication du CROUS.
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - L'empreinte environnementale de l'alimentation est surtout sur la nature de ce qui est consommé, même si, bien entendu, consommer local est un élément important socialement
 - Il pourrait alors être intéressant de discuter avec les 3-4 CROUS du plateau pour trouver un accord
 - Le CROUS est un acteur indépendant sur lequel agir mais il n'est pas le seul : exemple le « lundi vert » lui a été imposé mais pas à ses concurrents donc pertes financières pour le CROUS

Matériel informatique & usages du numérique

- Optimiser le cycle de vie des équipements informatiques ; allongement de la durée de vie des ordinateurs par exemple (passer à 5 ans minimum) ; augmenter la durée de vie des équipements par la diffusion de bonnes pratiques et une assistance dédiée ; réparabilité des équipements (via des structures qui le font) ; achat de matériel d'occasion ; échange de matériel d'occasion (par exemple via le PluginLab au niveau de Paris-Saclay) ; don de matériel en « fin de vie » ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Les garanties peuvent monter à 7 ans sur certains équipements
 - DEEE : changer de prestataire pour avoir plus de réemploi (exemple : les ateliers du bocage)
- Diminuer le nombre de terminaux numériques en évitant les doublons matériel pro. / matériel perso. en smartphone et ordinateur personnel (impact divisé par 2) ; voir par exemple le programme de laptop étudiant : imaginer un équivalent pour les personnels ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Pas toujours possible d'éviter les doublons ; par exemple, le laboratoire GeePs est ZRR (Zone à Régime Restrictif), donc il n'est pas possible d'utiliser son ordinateur personnel au travail
 - Préciser le programme de laptop étudiant (durées de garantie notamment)
 - Il y a une réflexion à mener sur la taille et le nombre des écrans ainsi que sur le matériel pour le télétravail.
- Permettre d'autres usages des équipements des salles de TP informatiques en dehors des TP, ou limiter le nombre de salles ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : partager certaines salles avec d'autres établissements de l'Université Paris-Saclay
- Diffuser des guides de bonnes pratiques/formations/posters sur l'usage raisonné des réseaux : ne diffuser une information que si elle est utile ; chat ou email pour cibler ; stockage local vs cloud à étudier ; Teams pour avoir beaucoup moins de mails dans une équipe ; réduire les espaces de stockage (mail/drive) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Sur la question du stockage, est-ce vraiment significatif par rapport à un report sur outils hébergés en France et/ou alimentés par énergie décarbonée ?
 - Teams vs. e-mail :
 - E-mail énergivore (surtout avec PJ) -> prioriser teams pour des discussions internes à CS ?
 - Oui, mais un client email télécharge les messages, ensuite on les consulte en local. Teams va systématiquement chercher les documents sur le cloud : est-ce mieux ?

- Est-on sûr du réel gain en ordre de grandeur ? Quand on sait les autres problèmes que peut soulever l'utilisation de services des GAFAM sur d'autres domaines
- Commentaire de BL Évolution : sur le Cloud vs local ou Teams vs Mail, la diminution de l'impact n'est pas toujours évidente.

> Mutualiser un maximum d'équipements avec l'Université Paris-Saclay, par exemple data center, plateformes cloud pour profiter des effets de masse ; dimensionner au plus juste les équipements...

Autre matériel (mobilier, véhicules, équipements)

- > Équiper les jardiniers/services techniques en véhicules électriques ou autres outils électriques ; écopâturage pour la tonte des pelouses ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Ou simplement limiter fortement les tontes
 - D'autant plus que l'écopâturage n'est pas toujours très écologique (plus d'émissions pour amener les animaux ou autres que la simple tondeuse)
- > Mettre en place un atelier de réparation interne à CentraleSupélec qui soit dédié, avec une personne référente, avec une visée pédagogique, pour étendre la durée de vie des matériels informatiques notamment ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - C'est le CRACS pour l'électronique et la DISI pour l'informatique
 - Côté étudiant, c'est très peu connu. Ce serait peut-être intéressant de mieux mettre ces services en avant sur le site de CentraleSupélec ou autre.
- > Raisonner l'achat d'équipements mutualisés (exemple des écrans qui équipent tous les espaces communs de Bouygues et Eiffel et qui sont peu utilisés/utiles) ...

Mesures et réflexions relatives au poste Déplacements

Mobilités et déplacements étudiants

- > Privilégier les examens à distance, pour les examens qui nécessitent parfois des retours à l'École pour de nombreux élèves et à diverses occasions ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : pour les soutenances c'est possible mais pas idéal car rien ne remplace les interactions humaines. Par contre pour les examens écrits, ce n'est pas envisageable pour de nombreuses matières
- > Questionner la pertinence des voyages étudiants (voyages de mention en 3A notamment), parfois très loin, pour du tourisme ou de courtes visites ; interdire les voyages d'étude de courte durée nécessitant des déplacements en avion ;
- > Rationaliser les déplacements étudiants ; Importance de la mobilité étudiante dans la formation (« ouverture au monde ») ; *verbatim* : « pas au plus jeune n'ayant pas encore voyagé de faire tous les efforts » ; mais nécessaire sobriété (2tCO₂e / personne / an en 2050 vs 1tCO₂e pour la plupart des gros trajets avions). Prioriser les déplacements ; Sans s'interdire de se déplacer pour apprendre, se poser la question de la nécessité d'une mobilité étudiante et du choix de sa localisation ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Partage de retours / idées partenaires entreprises : un partenaire de l'École s'interroge sur la possibilité de compenser les émissions des élèves qui partiraient en stage à l'étranger dans le groupe
 - En Europe, énormément de destinations sont accessibles en train en moins d'une journée. Pour un séjour de plusieurs mois c'est envisageable de favoriser ce type de déplacement
- > Développer et privilégier des partenariats internationaux avec des pays plus proches (Europe notamment) ;
- > Contribuer financièrement à la mobilité douce des étudiants : si un trajet pour mobilité étudiante est moins cher en avion, l'École compense à l'étudiant la différence de prix avec un autre mode de transport comme le train souvent plus cher (typiquement pour les pays européens proches ou déplacements en France) ;

- > Sensibiliser dès l'entrée à l'École aux émissions liées aux déplacements ; diffuser un tableau de bord des émissions pour les différents échanges académiques et promouvoir des destinations « proches » (les destinations préférées étant encore et de loin États-Unis, Australie, Singapour) ;
- > Compenser les émissions (forêt, prairie, etc.), notamment les déplacements : oui, mais pas avant d'avoir baissé les émissions ! (Consensus sur ce point) ; « Terre & cité » sur le plateau de Saclay pour compenser localement les émissions ;
- > Mettre en place un indicateur/budget carbone individuel, d'abord informatif, et afficher le cout carbone de tous les déplacements.
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : délicat, chacun le remplit comme il veut... répercussion individuelle si fuite...
- > Compléments apportés lors de la relecture du document : le terme « compenser » est problématique ; peut-être souligner : « développer des puits de carbone avec bénéfices pour la biodiversité ». Quelle R&D à CentraleSupélec sur l'élimination du CO₂ atmosphérique ? Voir aussi les suggestions de Carbone 4 (<https://www.carbone4.com/neditespluscompensation-de-compensation-a-contribution>) et Oxford (<https://www.ox.ac.uk/news/2020-09-29-oxford-launches-new-principles-credible-carbon-offsetting>)

Déplacements professionnels

- > Évaluer le bilan carbone des déplacements des vacataires ; plusieurs cours sur des périodes/ semaines bloquées font appel à de nombreux vacataires ; le cas échéant leur proposer de rester à l'hôtel plutôt que de traverser l'Île-de-France en voiture, voire venir de province ;
- > Substituer l'avion quand c'est possible (privilégier le train si moins de x heures (x à définir) de déplacement ; cf. également loi dans le domaine) ;
- > Rationaliser les déplacements professionnels ; déplacements en recherche utiles pour réussite professionnelle (« se voir, collaborer pour progresser dans ses recherches »), mais nécessaire sobriété ; Usage intelligent de la visio. pour remplacer certains déplacements ; Prioriser les déplacements sans s'interdire de faire de la recherche, se poser la question de la nécessité de tel ou tel déplacement (commissions de recrutement/jury, conférences, séjour de recherche...);
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : cela pose la question des interactions sociales; or la recherche peut être le fruit de la sérendipité et pour cela, il faut voir, rencontrer...
- > Mettre en place un indicateur (pour démarrer) voire un budget (plus tard) carbone par laboratoire, géré en interne ; même si dans un premier temps pas limitant, l'intégrer au processus de décision : par exemple avec l'indicateur carbone de la SNCF et de la RATP ; Possibilité de Thermomètre / Palmarès des laboratoires dans ce domaine ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : tous les laboratoires ne travaillent pas sur le même domaine, ni avec les mêmes outils, donc attention aux comparaisons.
- > Privilégier les échanges avec des pays proches, européens ; quand un déplacement lointain est nécessaire, prévoir un séjour plus long et mutualisé sur plusieurs thèmes, missions (formation, recherche, professionnel) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : ajouter lors des déplacements avec Notilus un critère d'écologie au lieu de se fonder uniquement sur le prix
- > Compléments apportés lors de la relecture du document : un des freins parfois obscur tient à l'acquisition de « miles » à titre personnel lors de déplacements professionnels (les supprimer pour les déplacements en avion mais les maintenir pour le train peut être intéressant).

Déplacements sur le plateau de Saclay

- > Mettre à disposition une flotte de véhicules électriques et de véhicules à assistance électrique (vélos) pour les déplacements proches des personnels ; dimensionner les infrastructures à l'École en conséquence ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : cela existe déjà
- > Encourager le développement des commerces de proximité (30 à 40 minutes pour aller faire ses courses – Franprix tarifs élevés pour des étudiants) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : un Intermarché a ouvert depuis les ateliers
- > Créer un Hub de livraisons personnelles pour limiter les déplacements des étudiants.

Déplacements domicile-travail

- > Sensibiliser les étudiants et personnels au report modal pour les déplacements domicile/travail ou proches ;
- > Proposer une application pour tous les personnels et étudiants pour le report modal et les mobilités douces et/ou partagées, voire le calcul carbone des différentes solutions ; favoriser l'usage des transports en commun et du covoiturage ;
- > Développer un plan de mobilité qui dépasse les standards ; par exemple, un plan d'aide à la mobilité sobre en proposant des subventions pour l'achat d'un vélo, y compris en cumul du remboursement du pass Navigo (forfait mobilité durable étendu et plus ambitieux), proposer au moins à ceux qui se déplacent à vélo la même compensation financière ;
- > Renouveler la prime de déménagement (sobriété induite). Inciter le personnel à déménager pour se rapprocher du lieu de travail ; Quid du coût de l'immobilier sur le plateau ? ;
- > Améliorer les transports sur le plateau de Saclay :
 - Transports en commun en agrocarburant ou électricité ;
 - Améliorer la gestion des croisements avec des capteurs pour éviter les embouteillages et la congestion des transports ;
 - Optimiser les trajets campus/gares de Bures et Guichet ;
 - Navettes ou solutions partagées pour les étudiants qui souhaitent rejoindre Paris le WE.
- > Imaginer des changements de pratique de mobilité à long terme : autopartage, covoiturage, mobilités douces, transports en commun ; Approche plus prospective pour imaginer à plus long terme la mobilité sur le plateau ; Que fait-on pour que les gens changent d'usage ? (Une thèse sur cette question à CS).
- > Compléments apportés lors de la relecture du document : à propos de la ligne 18, ce point avait été abordé lors des ateliers. Le report modal semblait très faible alors que ce transport va avoir un impact (néfaste) majeur sur les terres.

Déplacements et enseignements

- > Trouver le meilleur compromis présentiel/distanciel pour les enseignements ; repenser la place du numérique dans l'enseignement, privilégier des réunions en ligne, faire du mix présentiel / distanciel en enseignement suite à l'expérience acquise par chacun depuis deux ans ;
- > Pour les activités pédagogiques nécessitant des sorties du campus à la journée ou demi-journée : mutualiser les sorties, privilégier les transports en commun et les destinations sur le périmètre du plateau de Saclay.

Mesures et réflexions relatives au poste *Energie & bâtiments*

Rénovation du bâtiment Breguet

- > Étudier le choix des matériaux (biosourcés notamment) pour la rénovation Breguet ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : c'est la démarche actuellement menée dans le cadre du projet
- > Étudier et optimiser l'impact d'une toiture végétalisée sur les 12 000 m² de Breguet (toiture végétalisée déjà présente sur Bouygues) ;
- > Préciser l'ambition pour le bâtiment Breguet rénové : vise-t-on la moyenne (réglementaire) ou plus ? Faire de Breguet une vitrine de bâtiment BBC, voire un bâtiment à énergie positive : transformation, isolation du bâtiment, objectifs de consommation, de performance énergétique, réflexion autour de l'éclairage, ne pas tout chauffer (ou appliquer 1° en moins) ; Serait-on capable d'adapter notre consommation en fonction de la puissance disponible des panneaux photovoltaïques installés sur les terrasses de Breguet ? Modification des usages ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : séparer réseau d'eau potable et d'eau sanitaire
- > Communiquer massivement sur le plan de rénovation de Breguet, qui ne semble pas connu ni du personnel ni des étudiants.

- Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Effectivement, mais ça rejoint le problème de la communication auprès des étudiants sur les activités de l'École (commission DD ou autre).
 - Informations disponibles sur MyCS
- > Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Dans le cadre de la rénovation de Breguet, il sera important au moment des choix de construction de faire figurer dans le Bilan Carbone[®] ces consommations « matière » et mise en oeuvre associée au bâtiment. Une étude ultérieure pourrait permettre de mieux voir le bilan « annuel » de l'École en intégrant l'immobilisation des bâtiments Eiffel, Bouygues et des résidences.

Usage des bâtiments

- > Développer le *flex-office* (les postes de travail ne sont pas attribués aux salariés, ce qui signifie que le collaborateur se place librement et que ce placement peut varier d'un jour à l'autre) à CentraleSupélec pour une utilisation rationnelle des bâtiments.
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : c'est une aberration pour beaucoup de personnel ; beaucoup ont du matériel en plus de leur ordinateur.

Résidences étudiantes

- > Améliorer la performance énergétique des résidences 1 et 2 ; Inclure les résidences dans les prochains Bilans Carbone : nécessaire implication du CESAL.

Production et utilisation de l'énergie

- > Optimiser la gestion du chauffage et de la climatisation dans les différents bâtiments ; Gestion automatique du chauffage en fonction de la présence ; Affiner les réglages climatisation et chauffage des bâtiments ; Automatisation selon les réservations de salle ; Récupération chaleur des serveurs (a priori peu intéressant sur des petites installations au-delà de 30m) ; Isoler les salles ouvertes. Besoin d'un audit énergétique fin pour identifier les leviers ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Aucun des bâtiments ne dispose de climatisation. Certains espaces sont refroidis pour des contraintes de la Recherche, idem pour la restauration.
 - Question des éclairages : des salles sont sans interrupteur. Est-ce toujours des salles à détecteurs de présence, ou c'est un contrôle généralisé avec extinction à une certaine heure ?
- > Sans s'interdire de faire de la recherche, se poser la question du bénéfice attendu d'une « manip. » intensive en CO₂/énergie (grille d'analyse coût/bénéfice carbone des expériences/études/missions) ;
 - Compléments apportés lors de la relecture du document : cela signifie mettre un critère environnemental, même qualitatif dans les projets de recherche. NB : l'outil GES 1.5 permettra d'ici fin 2023 d'évaluer l'impact en GES d'un projet de recherche
- > Intégrer des énergies renouvelables sur le campus ; Installer des éoliennes en crête du plateau (mais problèmes sociaux, nuisances sonores et visuelles, zone protégée) ; Question de l'autoconsommation, du stockage d'énergie sur le campus.
 - Compléments apportés lors de la relecture du document :
 - Le gisement le plus important identifié dans le PCAET est la mise en place de panneaux photovoltaïques. Normalement les bâtiments les plus récents ont l'ossature pour cela.
 - À discuter avec le GeePs

Annexe 4.

Actions supplémentaires

proposées par Greenly

Afin de rendre ces propositions utiles, des groupes de discussions devront être menés par l'École **pour chaque poste d'émissions** afin de « challenger » les coûts et avantages environnementaux de chacune de ces actions proposées. Cette liste de propositions peut également inspirer des mesures plus concrètes et réalisables, mais représente tout de même une première base efficace dans le but de réduire vos émissions.

Transports

- > Pousser à l'électrification des bus 7, 9, et de tout autre bus circulant sur le plateau avec une autre source d'énergie ;
- > Développer une offre de service de vélo sur le plateau de Saclay en coopération avec les organisations territoriales ;
- > Visiteurs/Déplacements des étudiants : politique de favorisation du train à l'avion. Exemple : remboursement de la différence sur le prix des billets, ce dernier étant en France encore très largement en faveur de l'avion.

Bâtiments

- > Diminution des températures de consigne de tous vos bâtiments (- 0.5 à - 1°C) ;
- > Utilisation d'une solution gratuite d'analyse (Heat Map) pour anticiper les températures de vos bâtiments en période de forte chaleur et tester des solutions d'aménagement afin de réduire ces températures.

Développement et maintien de la biodiversité

- > Recréation de continuités végétales pour permettre l'émergence de la biodiversité (jardins et pelouses). Ces dernières sont le cœur de ce qui permet l'émergence de la biodiversité ;
- > Laisser la végétation se développer sur les espaces verts (limiter les coupes) ;
- > Favoriser les sols avec une très bonne perméabilité pour tous les chemins piétons, parkings, garage à vélo (ex : mélanges de terre et de pierre) ;
Cette mesure est également très efficace contre les risques locaux d'inondations ;
- > Laisser pousser les plantes spontanées : très attractives pour les pollinisateurs ;
- > Ajout de végétalisation sur les toitures. Attention : si et seulement si la portance le permet. Avantages :
1. durée de vie des bâtiments allongée, et 2. jusqu'à deux fois moins de réchauffement du bâtiment constaté en période de canicule ;
- > Limiter l'arrosage des espaces publics (lors de la plantation ou en cas d'extrême sécheresse). Pour rappel : une pelouse jaune n'est pas une pelouse morte ;
- > Plus globalement : entretenir autant que nécessaire, mais aussi peu que possible.

Matériel informatique

- > Ouvrir l'accès au Fablab Paris-Saclay pour l'ensemble du matériel informatique qu'étudiants et salariés souhaiteraient réparer. Participer à l'allocation de ressources humaines et matérielles afin de faire de ce laboratoire un centre complet de formation et de réparation ;
- > Travailler avec Backmarket pour l'achat de matériel reconditionné ;
- > Valoriser les appareils en fin de vie avec Atoutek ;
- > Pour éviter de doubler les téléphones portables (un professionnel et un personnel), vous pouvez utiliser Onoff.

Énergie

- > La journée, minimisation du recours à l'allumage des lumières dans les grandes salles communes bien exposées à la lumière naturelle ;
- > La nuit, dans la mesure de ce qui est possible en matière de sécurité (en accord avec les collectivités locales), éteindre les lumières extérieures la nuit. Si difficile à mettre en place : utilisation de lumières teintées orangées et dirigées vers le bas.

Nourriture

- > L'achat de "viande végétale" via votre partenariat CROUS, avec Happyvore ;
- > Achat de café responsable pour les machines à café publiques et machines utilisées en salle des professeurs. Ooka, une marque de café responsable, nous semble être un bon acteur pour aller dans ce sens ;
- > Too good to go est une plateforme qui permet aux restaurateurs de créer des paniers d'invidus alimentaires et de les revendre aux utilisateurs ;
- > Mise en place d'un potager gratuit dont la gestion serait partagée entre le service jardinerie de l'École et une association étudiante.

Réparation et renouvellement du matériel de vos cuisines avec Vesto, une entreprise spécialisée dans la récupération et le reconditionnement du matériel de cuisine.



CentraleSupélec

université
PARIS-SACLAY

www.centralesupelec.fr

