

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE L'ECOLE CENTRALE DE NANTES

Séance du 8 décembre 2022

Délibération n° 2022-55

Suite à la convocation en date du 28 novembre 2022, le Conseil d'Administration de l'Ecole Centrale de Nantes, sous la présidence de Monsieur CREUZET Gérard, a examiné la délibération ci-dessous.

Vu le code de l'éducation ;

Vu le décret n° 93-1143 du 29 septembre 1993 portant création de l'Ecole Centrale de Nantes ;

Vu les statuts de l'Ecole Centrale de Nantes approuvés par arrêté ministériel du 18 mai 1994 publié au Journal Officiel du 4 juin 1994 ;

EXPOSE DES MOTIFS

Par circulaire en date du 24 septembre 2022, le Ministère de l'Enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation a demandé aux établissements d'établir avant la fin de l'année 2022 un plan de sobriété énergétique qui vise à réduire de 10% la consommation énergétique en 2024 par rapport à l'année 2019.

DELIBERATION :

Le Conseil d'Administration approuve le plan de sobriété joint en annexe.

Nombre de présents et représentés : 20

Approbation à l'unanimité

Le Président du Conseil d'Administration
de l'Ecole Centrale de Nantes



Gérard CREUZET

Elle a été transmise au recteur de l'Académie de Nantes, chancelier des universités, le 12 décembre 2022. La présente délibération a été publiée le 12 décembre 2022

La présente délibération peut faire l'objet d'un recours pour excès de pouvoir devant le tribunal administratif de Nantes dans un délai de deux mois à compter de sa publication.

 <p>CENTRALE NANTES</p>	Ecole Centrale de Nantes
---	--------------------------

	Nom	Adresse courriel	Téléphone
Rédigé par	Emmanuel Roziere	emmanuel.roziere@ec-nantes.fr	02 40 37 16 62
	Marie Bazantay	marie.bazantay@EC-Nantes.fr	02 40 37 68 49
Validé par	Annabelle Wajs	annabelle.wajs@ec-nantes.fr	02 40 37 16 00
	Jean-Baptiste Avrillier	jean-baptiste.avrillier@ec-nantes.fr	

Plan de sobriété énergétique

-10 %

en 2 ans, c'est l'objectif immédiat du plan sobriété énergétique

1. Présentation de l'établissement

Centrale Nantes est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel (EPCSCP) du Ministère de l'enseignement supérieur, de la recherche et de l'innovation. Depuis le 1er janvier 2022, Centrale Nantes est établissement-composante de Nantes Université. Elle est dotée de la personnalité morale et de l'autonomie pédagogique, scientifique, administrative et financière.

Membre du Groupe des Ecoles Centrales, Centrale Nantes est une école d'ingénieurs centrée sur la science et la technologie, qui accueille plus de 2 400 étudiants français et internationaux et 440 personnels. La recherche et la formation à Centrale Nantes s'organisent autour de 3 grands enjeux d'innovation – manufacturing, transition énergétique et santé – et 5 laboratoires reconnus. D'une superficie de 16 hectares, le campus est constitué de 19 bâtiments, construits entre 1977 et 2022, représentant 43 000 m² de patrimoine bâti. L'approvisionnement énergétique du campus est réalisé au moyen du réseau de chaleur ERENA de Nantes, d'une chaufferie gaz, et d'un raccordement électrique.

La transition énergétique, et plus largement le développement durable, sont inscrits dans la stratégie de l'établissement, notamment au niveau de la formation et la recherche. Un plan d'action ambitieux a ainsi été voté par le conseil d'administration le 1^{er} juillet 2021 (PADD 2021-2025, <https://www.ec-nantes.fr/developpement-durable/gouvernance-et-strategie/les-engagements-de-centrale-nantes-pour-le-developpement-durable-1>). Au niveau du campus, plusieurs audits et actions ont été réalisés sur le campus depuis 2009 :

- Audit énergétique du campus en 2009. Rapport d'audit et synthèse des travaux à réaliser avec investissements, potentiels d'économie et temps de retour. Répartition de la part en consommation en énergie des bâtiments du site de l'École Centrale de Nantes et étiquette énergétique.
- Bilan énergétique en 2013. Diagnostic énergétique des installations et proposition d'un plan de progrès.
- Audit thermique (2015) sur les bâtiments D, E et I : bâtiments représentatifs des deux ensembles principaux de bâtiments (structure béton armé ABCDEFLSTU et structure métallique GHIJMNOP). Déperditions thermiques, proposition d'un ensemble d'actions d'améliorations énergétiques et scénarios. L'un de ces scénarios a été mis en œuvre sur la réhabilitation du bâtiment E (2014-2017). En 2018, un audit thermique après travaux du bâtiment E a mis en évidence une réduction de la consommation de chauffage de 28%, soit un gain de 35% en kWh/m² compte tenu des surfaces créées.
- La connexion au réseau de chaleur de Nantes Métropole (2016) a permis une économie significative des consommations énergétiques et des émissions de CO₂ liées au chauffage (divisées par 4).
- La création d'outils de suivi des consommations de fluides. L'analyse énergétique des consommations des bâtiments a été réalisée sur l'année 2019, année de référence du plan de sobriété. Les résultats sont disponibles sur la page <https://www.ec-nantes.fr/version-francaise/developpement-durable/energie-2>
- Etude de faisabilité rénovation des réseaux de chauffage (extérieurs et vides sanitaires) en 2019. Diagnostic et étude de faisabilité pour la rénovation des réseaux de chauffage extérieurs et en vides sanitaires Description des réseaux et des équipements techniques existants, améliorations envisageables et estimations de coûts de travaux.
- Projet Neutralité carbone (2019-2021) : projet réalisé avec des étudiants ingénieurs pour établir le bilan carbone sur l'année de référence 2019 et développer des outils de suivi et de sensibilisation (<https://neutralite-carbone.ec-nantes.fr/>).
- Etude des puissances appelées en 2020 : puissances appelées au niveau du réseau de chaleur ERENA, saisons de chauffe 2017-2018 et 2018-2019.



- 2020 – Affichage énergétique par bâtiment - Centrale Nantes
- L'étude de raccordement des 3 derniers bâtiments M, N, O (actuellement chauffés au gaz) au réseau de chaleur a été réalisée par la Direction de l'environnement de travail (DET) en 2020. Les travaux sont prévus en 2023.

La Figure 1 représente l'évolution de la consommation énergétique globale (chaleur, électricité, gaz) de 2007 à 2019. Cette consommation est relativement stable, malgré une augmentation de l'activité de l'établissement, en termes de nombre d'étudiants et de personnels, de budget, et du nombre de bâtiments : 2 nouveaux bâtiments T, U.

Positionnement du campus par rapport aux objectifs de la réglementation énergétique (décret tertiaire)

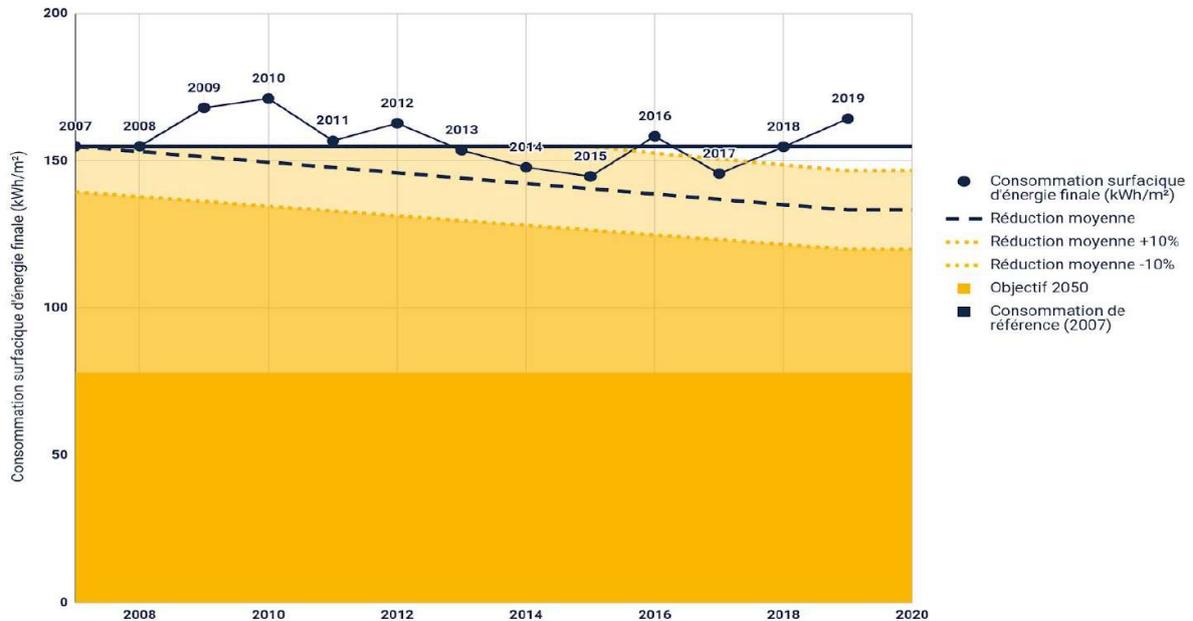


Figure 1. Evolution de la consommation d'énergie finale de 2007 à 2019.

2. Situation de départ

Bilans annuels

	2019	2020	2021
Réseau de chaleur urbain (kWh)	3 421 000	2 766 000	3 368 000
Gaz (kWh)	211 259	149 330	272 316
Electricité (kWh)	3 300 612	2 947 518	3 000 995
Carburants (L)	8730	Non relevé	6072

Détail période hivernale

Consommations 2021-2022	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril
Réseau de chaleur urbain (kWh)	457 000	563 000	558 000	514 000	428 000	167 000
Gaz (kWh)	40 030	66 699	58 875	51 532	38 646	17 277
Electricité (kWh)	287 938	259 070	329 166	286 882	300 350	252 092
Carburants	<i>Cf. relevé annuel</i>		<i>Cf. relevé annuel</i>			

3. Commentaires sur la situation de l'établissement et la stratégie retenue

Centrale Nantes a récemment réaffirmé son engagement en faveur du développement durable par l'adoption d'une feuille de route pluriannuelle (plan d'action 2021-2025 voté par le CA) et la signature de l'Accord de Grenoble, issu de la COP2 étudiante sur le climat.

Les 5 axes du plan d'action développement durable (PADD) correspondent à ceux du label Développement durable et Responsabilité sociétale – DD&RS national. Au niveau de la gestion environnementale et du campus, le plan d'action développement durable vise une neutralité carbone de l'établissement en 2050.

Le Bilan carbone, calculé en 2020 sur l'année civile 2019, prend en compte les scopes 1, 2 et 3 et s'élève à 7929 tCO₂eq (Figure 2). Il a été réalisé dans le cadre d'un projet étudiant : options-projets « Neutralité carbone » en 2018-2019 et 2020-2021. L'énergie représente l'essentiel des émissions des scopes 1 et 2, soit environ 6% du total. Le scope 3 est donc largement majoritaire. Les quatre thèmes d'émissions majoritaires représentent plus de 90% des émissions :

- les achats de produits et services, avec 3867 tCO₂eq (49% du total),
- les déplacements, avec 1730 tCO₂eq (22% du total),
- les constructions, avec 927 tCO₂eq (12% du total),
- l'alimentation, avec 653 tCO₂eq (8% du total).

Les actions en cours et à venir portent donc sur la réduction des émissions associées à ces postes.

L'énergie consommée directement est aujourd'hui relativement décarbonée, ce qui permet de répondre à l'enjeu climatique à l'échéance 2030 (Figure 3). Cependant la consommation énergétique reste significative et l'enjeu financier est fort. D'après l'affichage énergétique global et par bâtiment, mis à jour sur l'année 2019, la consommation d'énergie est de 160 kWh/m², tous usages confondus, soit au-dessus de la moyenne nationale de 136 kWh/m² pour les bâtiments d'enseignement et de recherche (données CEREN 2017). La consommation de chauffage, rapportée à la rigueur climatique moyenne entre 2009 et 2019, était de 95 kWh/m², donc inférieure à la moyenne nationale de 105 kWh/m². Les proportions de chauffage et d'électricité, respectivement de 55% et 45%, mettent en évidence une consommation d'électricité relativement importante, liée notamment aux plateformes de recherches des 5 Laboratoires présents à Centrale Nantes, avec par exemple la présence d'un mésocentre de calcul régional.

Depuis 2009, Centrale Nantes a réalisé plusieurs études énergétiques, des rénovations totales ou partielles (bâtiments A, E) et des constructions de bâtiments (bâtiments C, T, U). En 2021, le conseil d'administration a adopté un programme pluriannuel d'investissement (PPI). L'établissement souhaite poursuivre ces opérations en sollicitant l'accompagnement et le soutien de partenaires techniques et financiers. Par exemple, le dispositif Intracting de la Caisse des Dépôts sera sollicité pour faciliter les investissements permettant des retours sur investissement rapides. Le cahier des charges de l'étude technico-économique préalable a été transmis à des bureaux d'études spécialisés.

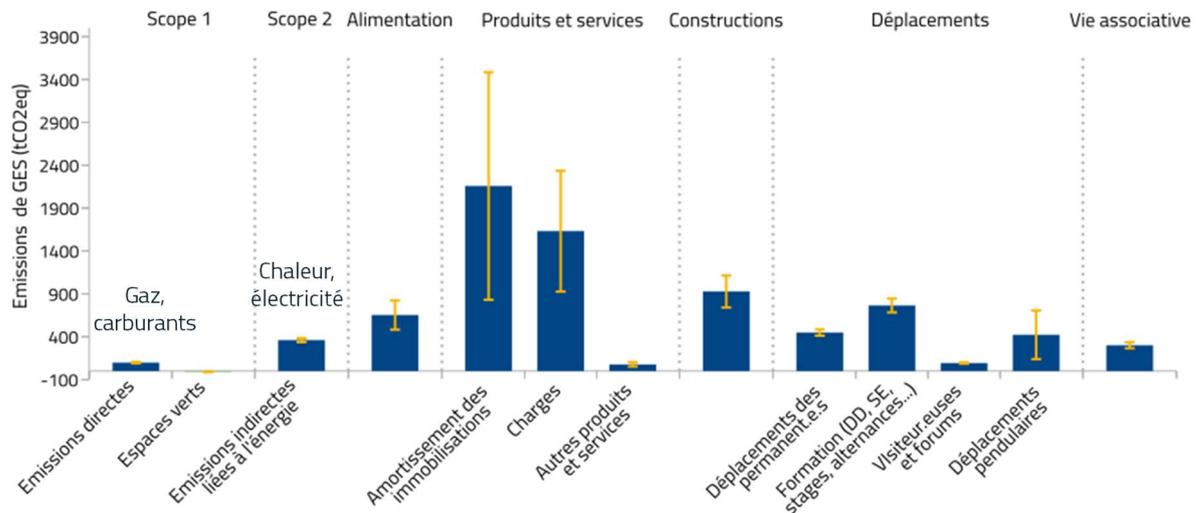


Figure 2. Bilan carbone de Centrale Nantes sur l'année 2019.

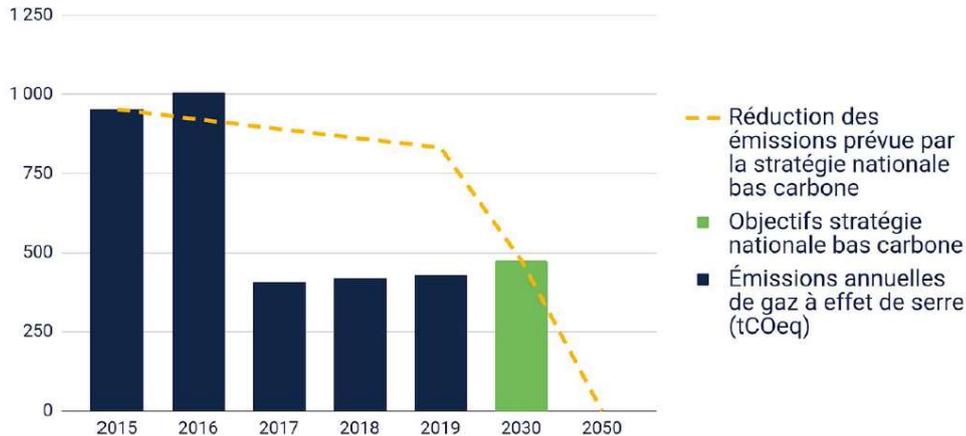


Figure 3. Emissions de gaz à effet de serre liées aux consommations d'électricité et de chauffage (tonnes CO₂eq).

4. Leviers d'actions retenus

Cette section décrit les mesures retenues pour atteindre l'objectif de -10% d'ici 2024 (par rapport à 2019)

a) Sensibilisation et formation

Au niveau de l'axe Formation du PADD, un projet stratégique de l'établissement est en cours : intégration des enjeux de la transition écologique et sociétale (TES) à la formation initiale et continue. Ce projet comprend plusieurs volets.

Un état des lieux exhaustif de la prise en compte du développement durable est réalisé, afin d'identifier les bonnes pratiques et les leviers d'évolution des parcours de formation.

Depuis janvier 2022, plus d'un tiers des personnels ont participé à des ateliers de sensibilisation aux enjeux de la transition écologique et sociétale, notamment la « fresque du climat », développée par un diplômé de Centrale Nantes. Le comité de direction, constitué de l'équipe de direction et des responsables de services, a suivi une formation en deux volets : fresque du climat (mai 2022) et atelier « 2 tonnes » (octobre 2022).

L'ensemble des formations d'ingénieur généraliste et de spécialités comprennent un module de 32 heures sur les enjeux énergétiques, environnementaux et climatiques. Les formations de master sont en lien étroit avec les thématiques des 5 laboratoires de recherche de l'École : Laboratoire Ambiances Architectures Urbanités (AAU) - UMR 1563, Institut de Recherche en Génie Mécanique GeM – UMR6183, Laboratoire de recherche en Hydrodynamique, Énergétique et Environnement Atmosphérique (LHEEA) - UMR 6598, Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes (LS2N) - UMR 6004, Laboratoire de Mathématiques Jean Leray - UMR 6629. La transition énergétique est l'un des axes majeurs de cette recherche : énergies renouvelables, gestion des réseaux électriques, décarbonation des transports, impact environnemental des matériaux, microclimats urbains, etc.

Au sein des formations d'ingénieurs généraliste et de spécialités, des spécialisations existent depuis plusieurs années – Ingénierie de la transition écologique, Sciences de l'ingénieur pour L'habitat et l'environnement urbain, Océan – et plusieurs nouveaux parcours ont ouvert à la rentrée 2022 : Contrôle et gestion de l'énergie, Énergies Renouvelables et Intégrations Réseaux, Ingénierie des low-techs. L'ensemble de ces parcours et spécialisations abordent les différents leviers de la transition énergétique, dont la sobriété.

Un mastère spécialisé Acteur pour la transition énergétique – APTÉ est ouvert depuis 2019, en partenariat avec Audencia. Un parcours similaire sur les Ressources et l'économie circulaire sera proposé à la rentrée 2023.

Au niveau de la formation continue, WEAMEC – West Atlantic Marine Energy Community propose un parcours de formation conduisant à l’obtention du Certificat « Référent EMR et éolien offshore » et des modules d’approfondissements. WEAMEC est porté par Centrale Nantes et ses principaux partenaires, Nantes Université, le Pôle Mer Bretagne Atlantique, l’IRT Jules Verne. WEAMEC reçoit le soutien de la Région Pays de la Loire, du FEDER, de Nantes Métropole et de la CARENE.

b) Gestion du parc immobilier

Le parc immobilier est majoritairement composé de bâtiments construits entre 1975 et 1995, donc des améliorations significatives de l’efficacité énergétique sont possibles, sur la base des audits énergétiques et du suivi des performances des bâtiments déjà réhabilités. Ainsi les mesures thermiques réalisées avant et après travaux sur le bâtiment E ont mis en évidence une réduction de la consommation de chauffage de 28%. La même approche de couverture des patios sera mise en œuvre sur le bâtiment D. A noter que la rénovation du bâtiment E comprenait également la mise en place d’une ventilation mécanique, qui s’est traduite par une augmentation de la consommation électrique. Un suivi rigoureux des consommations électriques est donc nécessaire pour évaluer le retour sur investissement global de ces opérations (cf. partie f)

Centrale Nantes a identifié un vaste programme pluriannuel d’investissement (PPI) devant lui permettre d’atteindre les objectifs fixés à long terme dans le décret tertiaire et d’améliorer la qualité de vie de son campus :

- Couverture des patios des bâtiments D et F suivant REX du bâtiment E. Programmation : 2023 pour le bâtiment E, 2025 pour le bâtiment F,
- Rénovation des toitures les plus anciennes, bâtiment L et MN : renforcement de l’isolation en fonction des possibilités techniques, étude systématique sur la possibilité de panneaux photovoltaïques (été 2023),
- Programmation pluriannuelle du remplacement des portes extérieures,
- Mise en place d’une gestion technique des bâtiments permettant d’obtenir des bilans énergétiques systématiques et fiabilisés et d’identifier de façon plus fine les leviers en étude en 2023, travaux en 2023-2024,
- Poursuite de la rénovation des bâtiments d’enseignement : réhabilitation du bâtiment B prévu au CPER 2024-2027.

D’autre part, l’appel à projet résilience 1 a permis d’entamer la mise en place de déstratificateurs d’air dans les ateliers des bâtiments G et MNO. Centrale Nantes espère poursuivre et renforcer ses projets avec l’appel à projet Résilience 2 prévu pour décembre 2022.

D’autre part, afin de réactualiser les scénarios possibles notamment sur la partie isolation des menuiseries extérieures, Centrale Nantes va solliciter l’aide d’un bureau d’étude spécialisé pour actualiser ses audits énergétiques de 2009.

c) Chauffage et climatisation

Chauffage

La figure 4 représente l'évolution de des consommations de chauffage (en kWh/m²) entre 2007 et 2019. La prise en compte de la rigueur climatique permet d'identifier quelques évolutions significatives même si la consommation est relativement stable. Les hivers 2008-2009 et 2009-2010, relativement froids, ont nécessité une surconsommation au-delà de l'effet de la rigueur climatique. La baisse observée en 2017 correspond à la connexion au réseau de chaleur (augmentation du rapport énergie utile/énergie finale), l'augmentation observée en 2018 et 2019 correspond à la remontée de la température de consigne de 18°C à 19,5°C, à la reconexion du bâtiment E après travaux et à la mise en service des nouveaux bâtiments T et U.

L'étude de raccordement des bâtiments M, N, O (actuellement chauffés au gaz) au réseau de chaleur a été réalisée par la Direction de l'environnement de travail (DET) en 2020. Les travaux sont prévus en 2023. Cette opération présente le double avantage d'une réduction de la consommation énergétique (rendement de l'échangeur thermique par rapport au rendement de la chaudière gaz existante) et des émissions de gaz à effet de serre (facteur kg CO₂éq/kWh divisé par quatre). Une étude complémentaire pour étudier l'opportunité de raccorder les bâtiments P, IM3 et IM3 bis actuellement alimentés en électricité sera également menée en 2023, la puissance de l'échangeur principal étant suffisante. Les gains énergétiques attendus sont de l'ordre de 20%.

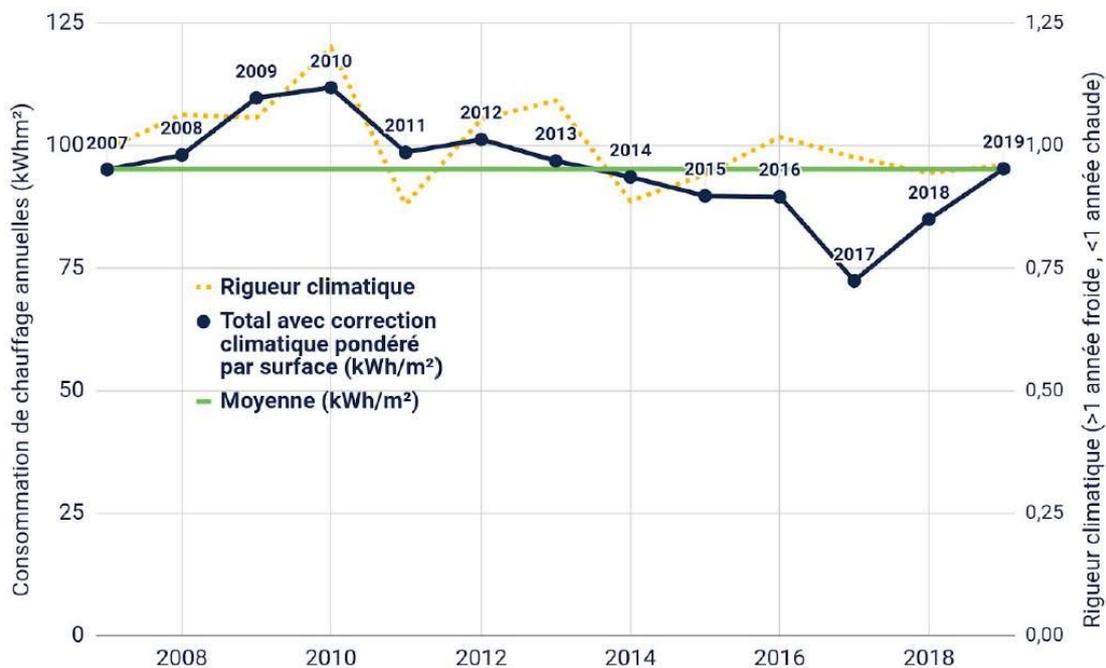


Figure 4. Evolution des consommations de chauffage rapportées à une rigueur climatique moyenne entre 2009 et 2019.

Un vaste chantier de rénovation des réseaux extérieurs de chauffage est prévu à l'été 2023 :

- Ré-isolation des tuyaux enterrés de chauffage
- Rénovation des sous stations de chauffage dans les bâtiments permettant un meilleur pilotage du chauffage.



Conformément à la circulaire du 24 septembre 2022, les températures de consigne ont été réglés à 19°C et les chauffages électriques d'appoint ont été proscrits. Pour les cas particuliers, et pour tenir compte d'un aspect conditions de travail essentiel, des analyses au cas par cas pourront être menées.

Climatisation et confort d'été

Pour limiter le phénomène d'îlot de chaleur et le recours à la climatisation, le campus s'engage sur des travaux de peinture en blanc de ses toitures bitumées. Le traitement des toitures du bâtiment D, E et F est d'ores et déjà prévue en 2023. La rénovation du bâtiment B intégrera également cette obligation.

Le campus ne comprend quasiment pas de locaux climatisés pour des raisons de confort (moins de 1% des surfaces utiles). Les locaux climatisés en température et humidité se situent au niveau des plateformes de recherche. Une réflexion sur leur utilisation est en cours avec les directeurs d'unités et les chercheurs concernés.

d) En matière d'éclairage

70% des bureaux sont actuellement éclairés par led. L'objectif fixé est d'équiper 100% des bureaux en led courant 2023. En parallèle, une diminution du nombre d'éclairages présents dans les bureaux est opérée.

Dans les plateformes de recherche, un remplacement des appareils d'éclairage au lithium a déjà été initié (les bâtiments G et MN sont réalisés). Un remplacement des luminaires présents dans les bâtiments D, F, H, I, J, O et S est prévu en 2023. Le gain attendu sur cette opération est une diminution d'au moins la moitié des consommations liés à ces éclairages. En effet, une étude d'éclairage systématique avant remplacement permettra sans doute une diminution du nombre d'appareils et une possible augmentation du gain projeté. Un système de détection de luminosité et de présence sera intégré.

L'éclairage extérieur sera coupé de 23h à 5h. Une réflexion sera également initiée pour limiter le travail en horaires décalés entre 5h et 7h.

2023 devrait être l'année de mise en place d'une détection généralisée dans les bâtiments tertiaires et d'enseignement sur la partie sanitaires et circulations.

e) En matière de choix et d'usage informatique

La démarche s'appuie d'abord sur une sensibilisation des usagers : page « sobriété numérique » (intranet et internet, <https://www.ec-nantes.fr/version-francaise/developpement-durable/numerique-1>) reprise dans les campagnes de communication.

Au niveau des équipements, la nouvelle solution de serveurs et stockage principaux permet de réduire la puissance électrique de 9kW à 3,5kW, avec un gain énergétique prévu de 48MWh/an. ~~En complément, une réflexion est initiée sur la politique de sauvegarde, notamment en termes de fréquence et de ressources dédiées. Des propositions techniques seront formulées par la Direction des systèmes d'information (DSI).~~

Centrale Nantes héberge sur son site un mésocentre de calcul régional. L'infrastructure de calcul est en cours de renouvellement. Des axes de sobriété énergétique ont été intégrés dans la consultation. Le renouvellement du calculateur permet par ailleurs d'envisager une baisse de consommation de l'ordre de 30%. Ce renouvellement sera accompagné d'une interruption totale de service sur deux semaines pendant l'hiver 2022-2023. De plus, il est d'ores et déjà acté d'éteindre une partie de la machine lorsque l'utilisation de celle-ci est plus faible. Il n'est pas possible de prolonger un arrêt sur un rack pendant tout l'hiver à cause du système de refroidissement qui doit rester dynamique, mais une alternance de ressources à l'arrêt est possible.

f) En matière de matériel électrique

Les proportions de chauffage et d'électricité, respectivement de 55% et 45%, mettent en évidence une consommation d'électricité relativement importante, liée notamment aux plateformes de recherche des 5 Laboratoires présents à Centrale Nantes. Une première démarche d'identification automatique (par algorithme) des consommations, par usage et par zone, a été réalisée en 2018-2019 dans le cadre d'une prestation (Figure 5). Le TGBT principal (environ 40% de la consommation) a été instrumenté. L'analyse réalisée par le prestataire met en évidence une consommation quasi-permanente relativement élevée. Un nouveau travail d'identification des équipements et des process est en cours avec les différents directeurs d'unité de recherche afin de mieux identifier le talon de consommation (équipements en 24/24) et les solutions envisageables.

L'utilisation du matériel électrique concerne tous les usagers du campus et comprend donc une étape de sensibilisation (voir également les parties 4.a et 5). Au niveau individuel, des réglottes avec interrupteurs ou horloge seront distribuées aux personnels qui en feront la demande.

Au niveau collectif, les systèmes de production d'eau chaude sanitaire (ECS) seront déconnectés dans les bâtiments de services et d'enseignement, mais maintenus sur quelques points pour des usages spécifiques et les douches, à titre d'expérimentation durant l'hiver 2022-2023.

Le campus est actuellement équipé d'un réseau de sous-compteurs électriques, cependant ce réseau est incomplet et relevé manuellement. La mise en place d'une gestion technique de bâtiments (GTB) est donc visée en 2023, dans l'objectif d'obtenir un relevé automatique et une cartographie des consommations. Ceci permettra par exemple d'analyser les expérimentations en cours et à venir et de mettre en place des alertes en cas de consommations « anormales ». Le renfort des équipes 3D et DET pour la triple évaluation des projets Euros – kWh – CO₂ est actuellement à l'étude, dans le cadre de l'établissement du budget 2023.

La production d'électricité et l'autoconsommation à partir de panneaux photovoltaïques est envisageable dès 2023 avec d'une part une installation sur le nouveau bâtiment C et d'autre part la mise en place du micro réseau « Genius » (cf. 4.i). Un projet étudiant est en cours dans le cadre de l'option « énergétique » (cursus ingénieur généraliste) pour analyser les modalités de projets sur le campus.

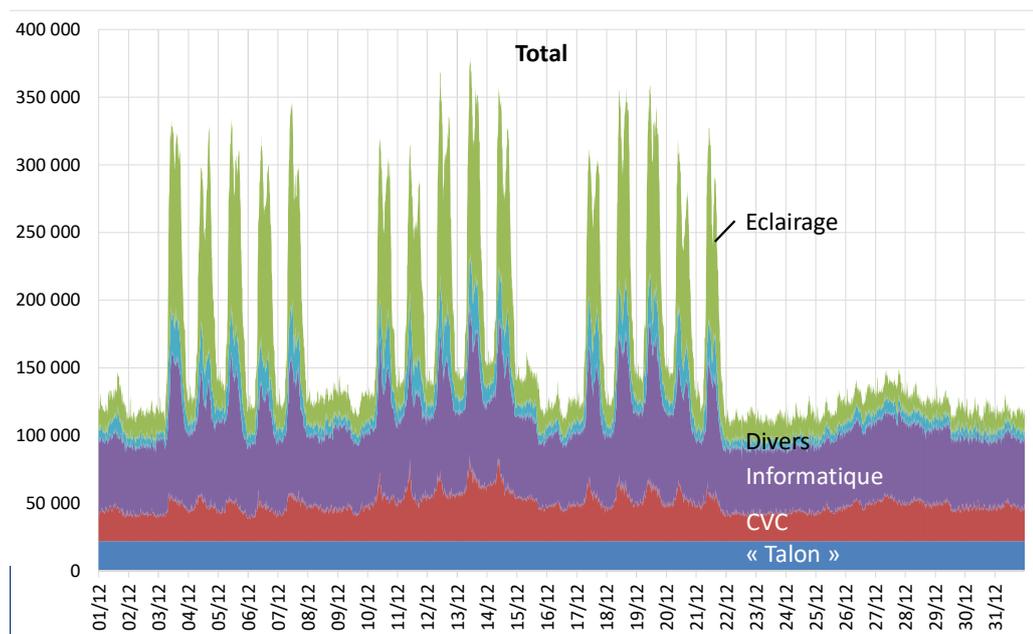


Figure 5. Suivi et identification des consommations électriques (puissance, W), prestation (12/2018). CVC : climatisation-ventilation-chauffage.

g) En matière de mobilité

La mobilité apparaît comme l'un des postes majeurs d'émissions de gaz à effet de serre de Centrale Nantes : déplacements domicile – Ecole, missions des personnels, mobilité nationale et internationale (<https://www.ec-nantes.fr/version-francaise/developpement-durable/mobilite-durable>).

- **Déplacements domicile – Ecole**

Centrale Nantes a signé en 2021 un « pack mobilité » de niveau 3 avec Nantes Métropole, qui rassemble plusieurs dispositifs pour favoriser l'utilisation des transports en commun, du covoiturage et des mobilités actives (marche, vélo). Les salariés bénéficient du forfait mobilité durable s'ils utilisent le vélo ou le covoiturage pour le trajet entre le domicile et le campus. Le campus comporte 150 places de parking vélo couvertes, de nouveaux abris vélos seront mis en place en 2023 et 2024.

La convention en cours de discussion avec Nantes Métropole (2022-2024), intitulée « Engager l'établissement et ses usagers pour contribuer à la neutralité carbone du quartier et de la métropole – Des constats aux actions » est largement orienté sur la promotion des mobilités durables. Le projet comprend des ateliers de sensibilisation et une démarche de co-construction d'aménagements du campus pour sécuriser et encourager les mobilités douces, ainsi que des expérimentations pour l'adaptation au changement climatique. Le recrutement d'un.e chargée.e de mission sur la mobilité et la qualité de vie sur le campus est prévu dans ce cadre.

- **Déplacements nationaux et internationaux des personnels et des étudiants**

Afin de concilier l'envergure internationale des projets de recherche et des parcours de formation de Centrale Nantes, et ses engagements en faveur du développement durable, des décisions sont prises pour encourager la prise de conscience des étudiants et personnels et favoriser les déplacements en train. Un projet stratégique « Intégrer la notion d'empreinte carbone dans les mobilités des personnels et étudiants » est en cours de déploiement.

Afin d'encourager l'usage du train, dont l'impact carbone est jusqu'à 40 fois inférieur à celui de l'avion, l'Ecole a repris l'une des préconisations de la Convention citoyenne pour le climat visant à éviter les trajets en avion vers les destinations disposant d'une bonne desserte ferroviaire.

La nouvelle règle suivante a été adoptée pour les déplacements professionnels (délibération du conseil d'administration du 30 juin 2022) :

- Pour les trajets réalisables en train en moins de 4h30 (de gare à gare), les trajets en avion ne seront plus autorisés. Cela concerne par exemple les trajets Nantes-Paris, Nantes-Lyon, Nantes-Lille et Nantes-Bordeaux.
- Pour les déplacements plus longs, afin d'encourager le choix du train, les personnes qui voyageront en train seront autorisés à voyager en 1^{ère} classe.

Les demandes de mobilité internationale des étudiants comprennent une estimation de l'impact carbone des déplacements, à l'aide du simulateur proposé par l'initiative Labos1.5 du CNRS. Une bourse de 100 euros est attribuée à tout étudiant qui utilise le train comme moyen de transport pour effectuer sa mobilité dans le cadre de sa scolarité (délibération du conseil d'administration du 6 octobre 2022).

A partir de novembre 2022, le formulaire de départ en mission des personnels intègrera également la saisie de l'impact carbone du transport. Un bilan annuel détaillé sera transmis aux directions de laboratoires et de services pour poser la question de l'impact et de l'empreinte carbone et des mesures prises pour l'atténuer.

h) En matière de stratégie d'achat

Les achats de produits et de services sont le premier poste d'émissions de gaz à effet de serre de Centrale Nantes. Un projet sera initié et des ressources seront allouées à cette action. Une attention particulière sera portée aux points suivants :

- Renforcement de l'expertise du service des marchés, pour l'intégration de critères de développement durable dans les cahiers des charges et l'évaluation des offres, **mise en place d'une « charte fournisseurs »**,
- Durée de garantie des matériels et durée de disponibilité des pièces détachées pour leur réparation,
- Prise en compte de la durée de vie réelle (au lieu de la durée d'amortissement comptable) dans l'estimation des impacts, notamment le bilan carbone,
- **Maintenance préventive : mécanismes de financement,**
- **Renforcement de la réparation et réutilisation des matériels.**

i) Spécifiques aux activités de la recherche ou aux équipements de formation

Il est à noter que Centrale Nantes est à l'origine d'une production directe d'énergie renouvelable dans le cadre de ses activités de recherche : l'éolienne Floatgen, installée sur le site d'essais en mer SEM-REV au Croisic. La production d'électricité annuelle est du même ordre de grandeur que la consommation électrique du campus nantais.

Les impacts environnementaux sont déjà pris en compte dans les stratégies d'achats des grands équipements de recherche. Ainsi le projet d'installation d'un supercalculateur en 2015 a intégré dès l'étude de faisabilité l'objectif de minimisation de la consommation électrique. La solution retenue en fait d'un des mésocentres les moins énergivores en France. Cependant en 2019 il représentait 25% de la consommation électrique du campus. Son fonctionnement fait donc l'objet d'un suivi dédié des consommations d'énergie (sous-compteurs). Le retour d'expérience sera mis à profit du nouveau projet de centre de calcul régional des Pays de la Loire.

Le projet de recherche Genius et les projets connexes, portés par le Laboratoire LS2N, prévoient la construction d'un micro-réseau de puissance significative (de l'ordre de 100 kW) à partir de 2023. Des sources d'énergie renouvelables (solaire photovoltaïque, éolien) et des systèmes de stockage (batteries, production d'hydrogène) seront intégrés. La conception sera réalisée dans l'optique d'alimenter le campus en électricité en complémentarité des travaux de recherche.

Les équipements de formation les plus énergivores sont les datacenters, réseaux informatiques et installations connexes, notamment leur refroidissement. Les choix récents liés au renouvellement de ces matériels (2022) ont intégré l'objectif d'efficacité énergétique.

A court et moyen terme, une attention particulière sera portée à la programmation des essais de recherche pour réduire les consommations en heures de pointe, avec un double enjeu financier (prix unitaire du kWh et valorisation d'une capacité d'effacement) et de prévention des risques de rupture d'approvisionnement.

5. Modalités de suivi

Le groupe de travail constitué comprend des représentants de la Direction, de la Direction générale des services, de la Direction de l'environnement de travail et de la Direction du développement durable. Il définit la stratégie du plan, évalue les impacts des actions et élabore les documents de suivi et de communication. Il s'appuie sur l'expertise et les formations proposées par les réseaux et collectifs dont Centrale Nantes est membre : commission développement durable de la CGE, CIRSES, Nantes Université, etc.

Une attention particulière est portée à la continuité des missions, notamment la formation et la recherche. La qualité d'accueil des étudiants devrait être peu impactée car les locaux d'enseignement sont situés dans des bâtiments raccordés au réseau de chaleur urbain, dont le prix et l'impact carbone sont maîtrisés.

Le plan de sobriété énergétique a été discuté en Comité de direction (CODIR) et soumis aux instances – CT, CHSCT, CA – dans l'objectif d'une validation par ce dernier le 8 décembre 2022.

Une communication est en cours, avec d'une part une diffusion large à l'ensemble des personnels, et d'autre part une communication spécifique adressée aux responsables de Laboratoires et de grands équipements. Cette communication comprend deux axes : 1. La continuité des activités pendant l'hiver 2022-2023, dans un contexte de ruptures d'approvisionnement en gaz et en électricité ; 2. Les objectifs de sobriété et d'efficacité de long terme, notamment la réduction de 10% des consommations en 2024 par rapport à 2019. Les directeurs d'unités et enseignants-chercheurs sont mobilisés pour identifier les équipements, les process et les solutions ainsi que les contraintes techniques, avec le soutien de la Direction de l'environnement de travail (DET) si nécessaire. En parallèle la DET recueille les suggestions et demandes particulières des personnels.

 CENTRALE NANTES	<h2>Ecole Centrale de Nantes</h2>
--	-----------------------------------

Le tableau ci-après rassemble les principales actions avec un impact majeur sur les consommations énergétiques (chaleur, gaz, électricité). Le bilan de ces actions est détaillé dans l'Annexe 2 « calculs énergétiques » et illustré sur la figure 6. La diminution estimée de la consommation d'énergie finale est de 10,6% par rapport à 2019.

Leviers d'action retenus	Situation actuelle	Cible à atteindre	Moyens
Reconstruction du bâtiment C	Travaux de reconstruction du bâtiment C (en cours), la surface utile du bâtiment passera de 1445 à 4820 m ² .	+ 110 MWh	Travaux en cours, inauguration prévue au 2 nd semestre 2023. Bâtiment neuf à très haute efficacité énergétique.
Couverture des patios du bâtiment D	Etudes réalisées	- 63 MWh	Retour d'expérience sur les travaux réalisés en 2014-2017 sur le bâtiment E : diminution des surfaces de déperdition.
Rénovation toiture bâtiment L	Etudes réalisées	- 34 MWh	Renforcement de l'isolation et réfection de l'étanchéité
Rénovation toiture bâtiments MNO	Etudes réalisées	- 31 MWh	Renforcement de l'isolation et réfection de l'étanchéité
Raccordement des bâtiments M, N, O au réseau de chaleur	Etudes réalisées	- 52 MWh	Amélioration du rendement (rapport énergie utile/énergie finale)
Rénovation des réseaux extérieurs de chauffage	Etudes réalisées	- 313 MWh	Renouvellement des réseaux d'origine sur les bâtiments A, D, E, et F
Nouvelle solution serveurs et stockage	Mise en service	- 48 MWh	Remplacement des matériels
Renouvellement calculateur	Etudes réalisées	- 248 MWh	Remplacement des matériels

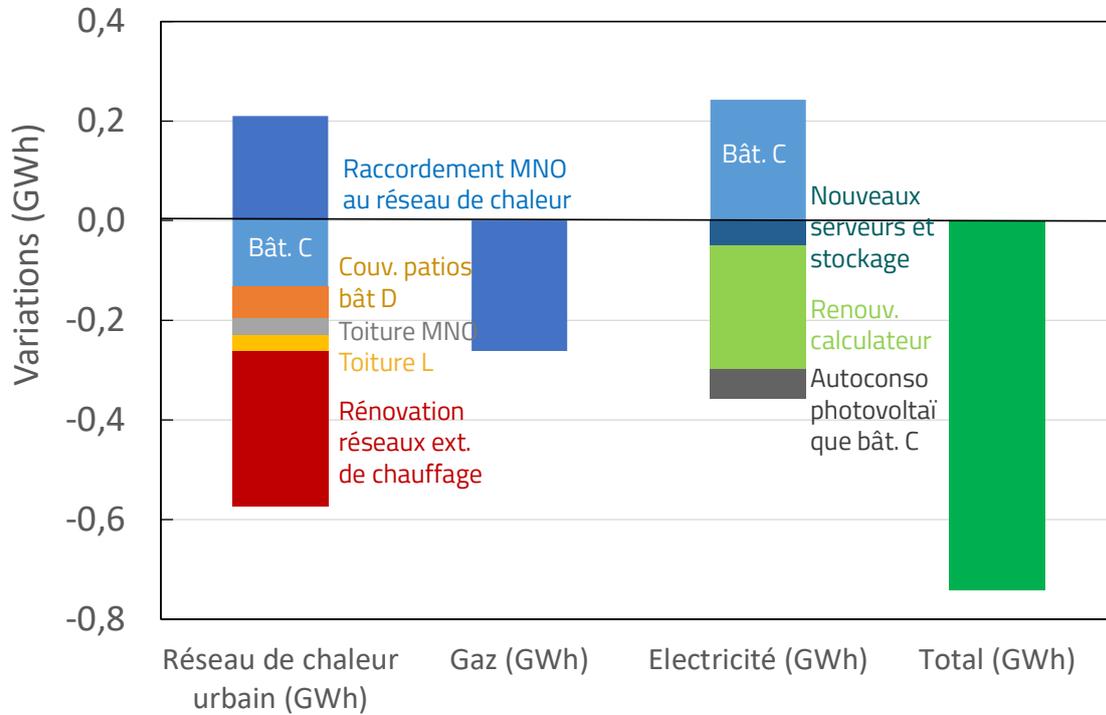


Figure 6. Variations de consommations énergétiques induites par les projets en cours (2019-2024).

Plan de sobriété énergétique 2019-2024								
Estimation de l'impact des projets								
31/10/2022								
Consommations énergétiques 2019								
	Réseau de chaleur urbain (kWh)	Gaz (kWh)	Electricité (kWh)	Essence (L)	Gasoil (L)	Total (kWh)		
Total campus et véhicules	3 421 000	211 259	3 300 612	1883	6847	7023860		
						Total (%)	-10,55	
Variations induites par les projets	Réseau de chaleur urbain (kWh)	Gaz (kWh)	Electricité (kWh)	Essence (L)	Gasoil (L)	Total (kWh)	Total (%) 2019	Hypothèses
Mise en service bâtiment C	-132064		242482			110417	1,57	Ancien bât C : consommations chaleur et électricité 2019 Nouveau bât C : - Chauffage : rapport de Simulation Thermique Dynamique, Etamine, 22/07/2020 - Electricité : estimation à partir de la consommation moyenne (kWh/m²) du campus (hors supercalculateur et sauvegardes associées) et de la surface des bâtiments
Couverture des patios du bâtiment D	-63448					-63448	-0,90	Transposition des données du bâtiment E
Rénovation toiture bâtiment L	-33975					-33975	-0,48	Etude 2020
Rénovation toiture bâtiments MNO	-31489					-31489	-0,45	Etude 2020
Raccordement des bâtiments M, N, O au réseau de chaleur	209600	-262000				-52400	-0,75	Consommation gaz : moyenne 2017, 2018, 2019, 2021 Amélioration rendement de 20%
Rénovation des réseaux extérieurs de chauffage	-312574,8					-312575	-4,45	Gain attendu (en kWh/m²) sur la surface chauffée de l'ordre de 30% sur les bâtiments A, D, E et F.
Nouvelle solution serveurs et stockage			-48000			-48000	-0,68	Données DSI
Renouvellement calculateur			-247546			-247546	-3,52	Gain de 30% d'après l'équipe projet ; calculateur et sauvegardes : 25% électricité campus
Autocommation photovoltaïque bât C			-61800			-61800	-0,88	Données Barbanel mars 2022