

Infrastructure de recherche : retours d'expérience sur les actions de performance énergétique du centre de nanosciences et de nanotechnologies (C2N)

Sophie Bouchoule, et Aristide Lemaitre
Centre de nanosciences et de nanotechnologies - C2N
UMR9001, CNRS, université Paris-Saclay, université Paris-Cité
e-mail : prenom.nom@c2n.upsaclay.fr

Résumé : Comment maîtriser la consommation énergétique d'une salle propre dédiée aux technologies microélectroniques tout en maintenant les paramètres environnementaux requis pour les procédés de micro-nanofabrication ou l'élaboration des matériaux ? C'est l'enjeu posé au C2N, hébergeant une centrale de micro-nanotechnologie pour la recherche académique, par essence énérgivore. Nous présentons le retour d'expérience sur des actions mises en place et discutons des perspectives pour réduire la consommation énergétique de nos salles d'expérience et de notre salle propre.

Au cœur des activités de recherche du C2N se trouve une salle propre de 2900 m² dédiée à la fabrication des micro-nanodispositifs, à température, hygrométrie, et classe de propreté contrôlées. En sus de la salle propre, le C2N comprend 95 salles d'expériences climatisées à température et hygrométrie contrôlées d'une surface de 3 500 m². Ainsi plus de la moitié de l'énergie du bâtiment (~55% en 2022) est consommée par les systèmes de climatisation des salles d'expérience et de la salle propre. Un objectif du C2N est de réduire l'impact de la climatisation sur sa consommation énergétique, notamment celle de sa salle propre, pour diminuer ses émissions équivalentes de gaz à effet de serre (GES).

Les grands axes possibles pour réduire l'impact environnemental de notre consommation d'énergie sont : rationaliser la consommation au plus près des besoins ; récupérer l'énergie ; et décarboner l'énergie consommée. En 2021-2023, nous avons étudié l'effet d'actions pour réduire la consommation et optimiser la récupération d'énergie. Dans ces optimisations, le suivi des mesures de capteurs et de compteurs d'énergie au travers une base de données gérée par un logiciel communautaire [2] a été déterminant. Une première action a concerné les systèmes de production de froid et de chaleur et l'optimisation de la récupération de la chaleur fatale entre les réseaux de froid et chaud. Une deuxième action a concerné la mise en service d'un mode « réduit » sur certains systèmes de traitement d'air de la salle propre en période d'inoccupation [3], mode récemment étendu à des systèmes de traitement d'air des salles d'expérience [4]. En ce qui concerne la récupération de chaleur et le mode « réduit » en salle propre, nous démontrons une économie de gaz de 75% (réduisant la consommation de gaz du C2N de 6,5 GWh en 2020 à 1,7 GWh en 2023, soit une forte baisse des émissions de GES). Nous montrons également que la puissance électrique totale consommée par le bâtiment, est directement corrélée aux conditions météorologiques et plus particulièrement à l'enthalpie de l'air extérieur. Notre analyse permet de quantifier le gain en électricité que représente le mode « réduit », soit une réduction moyenne d'un peu plus de 20% de la puissance totale consommée par le bâtiment, et une économie annuelle de près de 1,4 GWh [5]. Nous présenterons les premiers résultats obtenus pour les salles d'expérience, et discuterons des perspectives d'économies d'énergie supplémentaires, possibles en étendant le périmètre d'application du mode « réduit », ou en améliorant davantage le système de climatisation. Nous discuterons également de l'impact du mode « réduit » sur l'empoussièrement en salle propre.

Remerciements : les auteurs remercient A. Clément, L. Thao et A. Caselles (SLI/C2N/CNRS) pour leur soutien dans la mise en place des actions, et D. BOLE (STL/DR04/CNRS) pour l'analyse des perspectives d'actions. La centrale de technologie du C2N est membre du réseau académique RENATECH.

Références :

[2] Thingsboard, Thingsboard CE, an open-source IoT platform. <https://thingsboard.io/>

[3] R. Vallin, S. Bouchoule, et A. Lemaître, « Mise en place de modes Normaux et Réduits, gains énergétiques associés et développements futurs », Journée technique de l'ASPEC – Contamin@Bordeaux, Bordeaux, 9 nov. 2023. <https://hal.science/hal-04620420v1/>

[4] « Mise en place d'un mode « économique » sur des centrales de traitement d'air des salles d'expériences climatisées du C2N », projet lauréat de l'AAP Bas-carbone 2023 du CNRS. <https://www.cnrs.fr/fr/cnrsinfo/transition-bas-carbone-des-projets-varies-et-innovants>

[5] S. Bouchoule, A. Lemaître, « Etablissement de recherche - Actions de performance énergétique et retours d'expérience du Centre de nanosciences et de nanotechnologies », dossier « Economie d'énergie : comment aller plus loin ? », Salles Propres n°143, mars 2024. <https://hal.science/hal-04556913v2/>