

HABITAT ÉCOLOGIQUE ET SOCIAL : LE GISEMENT DE LA CHALEUR INFORMATIQUE

Paul Benoit, Quentin Laurens

Dans l'écosystème d'acteurs qui font l'innovation et l'expérimentation locales, les entreprises issues de l'univers des start-up ne sont pas les dernières à apporter une contribution significative en matière d'innovation et de recherche. [L'Observatoire de l'expérimentation et de l'innovation locales](#) de la Fondation Jean-Jaurès a demandé à Paul Benoit et Quentin Laurens, de Qarnot Computing, d'expliquer les enjeux, objectifs et modalités de son action en termes de réseau de chaleur écologique. Ou comment chauffer, dès aujourd'hui et davantage encore demain, des bâtiments entiers grâce aux ordinateurs.

CONSTATS

Les notions d'« écologie digitale », de « numérique responsable » ou de « green IT » émergent et sont la traduction d'une prise de conscience des enjeux impliqués par le numérique. L'apparente « dématérialisation » de nos économies et habitudes quotidiennes devrait nous inviter à davantage de prudence : ce qui disparaît matériellement quelque part trouve bien une existence réelle ailleurs. Autrement dit, ce qui n'est plus visible, chez moi, existe quand même. À l'heure de l'essor du *cloud*, ou « informatique en nuage », il s'agirait donc plutôt de parler d'une « rematérialisation ». Selon un article du CNRS^[1], le numérique représenterait en France environ 10% de l'énergie consommée. Une consommation divisée en trois tiers : le premier pour les terminaux (ordinateurs, tablettes, téléphones...), le deuxième pour les réseaux et le dernier pour les *data centers*. Le numérique, malgré les apparences, est donc un secteur polluant !

Regarder une vidéo, naviguer sur Internet, envoyer des photos dans le *cloud*, effectuer une transaction en ligne... : ces actions du quotidien sont permises par l'existence d'énormes infrastructures appelées centres de

données, ou *data centers*. Ces usines du numérique, des hangars ultra-sécurisés remplis de milliers d'ordinateurs, consomment des quantités d'électricité insoupçonnées. À titre d'exemple, la Seine-Saint-Denis est, en France, le département qui en concentre le plus pour des raisons à la fois historiques, économiques et topographiques[2].

Malgré des progrès importants, les *data centers* demeurent donc des ogres énergétiques. Il faut d'abord les construire en préemptant du foncier, les alimenter, mais aussi les refroidir. Chacun en a déjà fait l'expérience, un ordinateur en fonctionnement dégage de la chaleur qu'il est indispensable d'évacuer pour maintenir ses performances. À l'échelle d'un *data center*, les besoins de refroidissement ou de ventilation sont donc colossaux. On estime à environ 40% l'énergie utilisée pour cette fonction. La course à la baisse du PUE (*Power Usage Effectiveness*)[3] est donc la préoccupation de tous : il faut rendre efficaces énergétiquement ces centres de données.

À l'échelle mondiale, la consommation énergétique des *data centers* suit une croissance inquiétante puisque sa courbe prend une forme strictement exponentielle. La croissance des pays dits « émergents » s'accompagne nécessairement de nouveaux besoins numériques que de nouveaux *data centers* doivent absorber.

La pollution du numérique est largement insoupçonnée, invisible et peu prise en compte dans les habitudes. Les pistes de progrès sont nombreuses : éducation, changement des habitudes par la prise de conscience, amélioration des performances des matériels, durée de vie et recyclabilité des terminaux...

VERS UNE ÉCONOMIE CIRCULAIRE NUMÉRIQUE ?

Une autre solution est de valoriser cette chaleur émise par les microprocesseurs informatiques, qui est, par définition, perdue. La chaleur étant difficile à transporter, la solution du réseau de chaleur à partir du *data center* présente la contrainte de se limiter à un espace voisin assez restreint. Un *data center* peut ainsi chauffer pour partie un quartier[4].

Une autre solution est d'apporter les microprocesseurs là où il y a un besoin de chaleur et donc de valoriser directement cette « chaleur fatale informatique ». Ainsi que la définit le Cerema (Centre de ressources pour la chaleur renouvelable et l'aménagement énergétique des territoires)[5] : « On entend par chaleur fatale une production de chaleur dérivée d'un site de production, qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui, de ce fait, n'est pas nécessairement récupérée ».

En dispersant la capacité de calcul informatique là où existe le besoin de chaleur, une importante quantité d'énergie est économisée. Pionnière mondiale dans le domaine, la société Qarnot, fondée en 2010, a créé un radiateur qui embarque des microprocesseurs comme sources chaudes. Autrement dit, le QH-1 est un radiateur-ordinateur, qui, pour chauffer, réalise

des calculs informatiques.

Le QH-1 est un radiateur-ordinateur dont les sources chaudes sont des microprocesseurs informatiques. Ce radiateur, relié à la fibre, embarque trois microprocesseurs qui réalisent à distance des calculs haute performance pour des entreprises. La chaleur dégagée par le fonctionnement de ces microprocesseurs sert donc à chauffer des bâtiments, logements, bureaux. Voici donc une solution de remplacement innovante, crédible et écologique aux *data centers*, ces ogres énergétiques.

Très concrètement, il fallait auparavant trois sources d'énergie pour les mêmes activités : une pour alimenter les microprocesseurs, une autre pour les refroidir, et une dernière pour chauffer les bâtiments. Cette technologie permet d'optimiser la consommation énergétique puisqu'une seule source d'énergie assure les trois prestations. Le déchet numérique (la chaleur) devient une ressource valorisée au cœur du bâtiment. Voici donc un cas concret d'économie circulaire numérique.

Pour faire fonctionner ce chauffage nouvelle génération, il fallait aussi innover dans le modèle économique. Celui-ci repose sur deux jambes principales, deux types de clients. D'une part, des clients qui achètent de la capacité de calcul écologique (deux à quatre fois moins cher que d'autres fournisseurs du marché) : des entreprises ou structures tierces, grandes consommatrices de calculs comme les banques, studios d'animation 3D, laboratoires de recherche... D'autre part, des clients de chauffage écologique. Les calculs des premiers tournent donc sur les machines des seconds.

Cette manière de répartir la puissance informatique pour chauffer revient à penser une philosophie du *computing anywhere*, une vision de l'informatique distribuée, appelée aussi *edge computing*. La tendance du « bâtiment intelligent » dans la construction va croissant, sans réellement que la question du cerveau du bâtiment intelligent ne soit posée. Que deviennent les données ? Où sont-elles analysées, traitées ? L'une des réponses à ces questions est de prôner que le bâtiment de demain devra disposer de sa propre capacité de calcul pour effectuer ces services sans dépendre de tiers. Il en va de l'autonomie numérique du bâtiment, de la souveraineté des données. Le numérique dans le bâtiment ne doit pas être réduit aux usages, mais être utile dans son exploitation.

UN APPORT SOCIAL CONCRET

En novembre 2018, l'Observatoire national de la précarité énergétique avançait le chiffre de près de 7 millions de Françaises et Français (11,6% de la population) en situation de précarité énergétique^[6].

Au-delà de son intérêt écologique, la technologie Carnot présente un volet social intéressant puisque les factures d'électricité des radiateurs sont prises en charge chaque mois par la société. Une fois l'investissement réalisé, le chauffage est donc gratuit pour les usagers. Pour les ménages

les plus modestes, au-delà du gain économique certain, voici aussi la possibilité d'atteindre un confort dont beaucoup se sont longtemps privés.

MISE EN APPLICATION CONCRÈTE

Cette technologie a déjà été éprouvée à plusieurs reprises depuis son lancement en 2014, et notamment le projet à grande échelle d'une résidence de logements sociaux rue Balard dans le 15^e arrondissement à Paris[7]. À l'occasion d'une rénovation du bâtiment, trois cents radiateurs-ordinateurs QH-1 (première génération) ont été installés pour chauffer l'intégralité de la résidence. Pour la Régie immobilière de la Ville de Paris (RIVP), ce choix d'expérimentation a permis de rendre nulles les factures d'électricité de chauffage des habitants.

2018 a aussi été une année décisive pour cette technologie puisqu'un bâtiment neuf a entièrement été conçu autour de cette solution. 346 QH-1 chauffent depuis novembre 2018 sur quatre niveaux 49 logements sociaux du bailleur social Gironde Habitat et deux niveaux de bureaux du Conseil départemental de la Gironde[8].

Pensée par le cabinet d'architecture Moon Safari avec le concours du bureau d'études Less is More, la résidence Florestine est le premier bâtiment neuf au monde à être chauffé grâce à la chaleur fatale informatique. L'équipe qui a conçu le projet s'est également appuyée sur les fonctionnalités dites « intelligentes » du radiateur : des capteurs et interfaces intégrées pour monitorer la qualité de l'air notamment, un module wifi intégré à chaque radiateur, le contrôle à distance des QH-1. L'architecte du projet s'est donc reposé sur le high-tech, les services intelligents du radiateur, pour construire un bâtiment low-tech, notamment en matière de qualité de l'air.

ET L'ENVIRONNEMENT LÀ-DEDANS ?

Longtemps considéré comme un radiateur électrique classique, le QH-1 a pâti de réglementations strictes dans le domaine de la construction. Régulée par la Réglementation thermique 2012, la construction de bâtiments neufs doit répondre à un calcul de consommation énergétique par mètres carrés et par an (50 kWh/m²/an), au sein duquel l'électricité est lourdement pénalisée – celle-ci subit un ratio de pénalité de 2,58 contre 1 pour le gaz, par exemple. Le QH-1, alimenté en électricité, a toutefois obtenu un Titre V opération[9], une dérogation ponctuelle à cette Réglementation thermique 2012 pour le projet de Florestine, et plus récemment, un Titre V Système, la dérogation pérenne octroyée par la direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages. Ce Titre V Système reconnaît une consommation électrique minorée de 70% dans le calcul, faisant du QH-1 une solution plus valable et écologique que le gaz par exemple.

Une chaudière numérique est actuellement en développement sur le même modèle, qui sortira courant 2019. Un projet conjoint avec le Groupe Casino a également été annoncé fin 2018^[10] pour chauffer des entrepôts et hypermarchés grâce à la chaleur fatale informatique.

LE CALCUL DISTRIBUÉ : LE CHAUFFAGE DE DEMAIN ?

Répartir la capacité de calcul là où la chaleur est nécessaire permet donc de s'affranchir de coûts de structure et d'énergie pour refroidir les microprocesseurs. Le calcul distribué participe aussi d'une certaine manière à un retour au local de la donnée.

À l'heure de la *smart city*, des *smart grids*, du *smart building*, la ville de demain devra se doter de sa propre intelligence, de son cerveau propre, autrement dit de sa propre puissance informatique.

Pour tout renseignement : quentin.laurens@garnot-computing.com

Territoires

Climat

Habitat

Solidarité

^[1] Laure Cailloce, « Numérique : le grand gâchis énergétique », [CNRS Le Journal](#), 16 mai 2018.

^[2] Julien Dupont-Calbo, « La Seine-Saint-Denis, 'Data Valley' du *cloud* français », [Le Monde](#), 27 mai 2013.

^[3] « Le Power Usage Effectiveness (PUE) : c'est quoi ? », [Greenvision](#).

^[4] « Un quartier parisien chauffé au *data center* », [Génie Climatique magazine](#), 14 mars 2017.

^[5] « Chaleur fatale », [Réseaux de chaleur et territoires](#), Cerema, avril 2014.

^[6] Observatoire national de la précarité énergétique, [Tableau de bord de la précarité énergétique 2018](#), novembre 2018.

^[7] Frédéric Bergé, « À Paris, des ordinateurs-convecteurs vont chauffer des logements », [01net](#), 11 juillet 2013.

[8] Frank Niedercorn, « Gironde Habitat construit le premier immeuble chauffé par ordinateurs », [LesEchos.fr](https://www.lesechos.fr), 6 décembre 2018.

[9] « Titre V, étude des cas particuliers », [Rt-batiment.fr](https://www.rt-batiment.fr).

[10] Élisabeth Hu, « Un géant de la grande distribution a trouvé un moyen high-tech de faire des économies d'énergie », [Business Insider France](https://www.businessinsider.fr), 20 décembre 2018.