

Estimation de l'empreinte carbone électrique d'un datacenter

Livre Blanc 66

Révision 0

Par Dennis Bouley

> Résumé Général

Les émissions de CO₂ des datacenters deviennent une préoccupation mondiale. Selon l'EPA (Environmental Protection Agency, Agence américaine de protection de l'environnement), les datacenters comptent parmi les sources qui consomment le plus d'énergie aux Etats-Unis. L'EPA a fixé un objectif d'efficacité pour les datacenters gouvernementaux, à savoir une réduction de 20 % de leur empreinte carbone d'ici 2011. Les membres de l'Union Européenne (UE) ont convenu de réduire leurs émissions combinées de gaz à effet de serre de 8 % par rapport au niveau de 1990 d'ici 2012. Les propriétaires de datacenters vont être de plus en plus contraints de produire des rapports sur leurs émissions de carbone. Ce livre blanc présente une approche simple, supportée par des outils Web gratuits, permettant l'estimation de l'empreinte carbone d'un datacenter, quel que soit son emplacement à travers le monde.

Table Des Matières

Cliquez sur une section pour y accéder directement

Introduction	2
Profil carbone total d'un datacenter	5
Incidence de la génération d'électricité	7
Corrélation entre l'énergie consommée par les datacenters et les émissions de CO ₂	9
Outils pour l'estimation de l'empreinte carbone électrique	11
Conclusion	15
Ressources	16

Introduction

Les problèmes liés aux émissions de dioxyde de carbone et à l'énergie font de plus en plus souvent la une des journaux internationaux. Les gouvernements, les associations à but non lucratif et les entreprises réalisent désormais des enquêtes régulières afin d'analyser leur empreinte carbone. Leur objectif est de mesurer l'incidence de leurs activités sur le réchauffement climatique et d'élaborer des plans d'action visant à réduire leurs émissions de dioxyde de carbone.

Selon un rapport de l'EPA (Environmental Protection Agency, Agence américaine de protection de l'environnement), les datacenters implantés aux Etats-Unis ont consommé 61 milliards de kilowattheures d'électricité en 2006. Ce chiffre représente 1,5 % de toute l'électricité consommée aux Etats-Unis et un coût de 4,5 milliards de dollars. Les datacenters ont été identifiés comme l'un des consommateurs d'énergie qui connaît la croissance la plus rapide. L'EPA exige que le secteur public développe des stratégies pour améliorer l'efficacité énergétique de ses datacenters et a fixé un objectif d'amélioration de 20 % d'ici 2011¹. Les datacenters du secteur privé, quant à eux, pourraient bien être contraints de respecter sous peu des limites d'émissions de CO₂.

Les 15 pays qui étaient membres de l'UE avant 2004 se sont engagés à respecter les principes du Protocole de Kyoto. Ils ont convenu de réduire leurs émissions combinées de gaz à effet de serre de 8 % par rapport à leur niveau de 1990 d'ici 2012². En outre, la Commission Européenne a rédigé un Code de conduite pour les datacenters européens, qui se présente sous la forme d'un ensemble de mesures volontaires d'amélioration de l'efficacité conçu pour définir des normes minimales qui serviront de base à l'établissement d'une réglementation plus contraignante à l'avenir. Son objectif ultime est d'améliorer de 30 % l'efficacité énergétique moyenne des datacenters.

Figure 1 – Growth of worldwide atmospheric CO₂

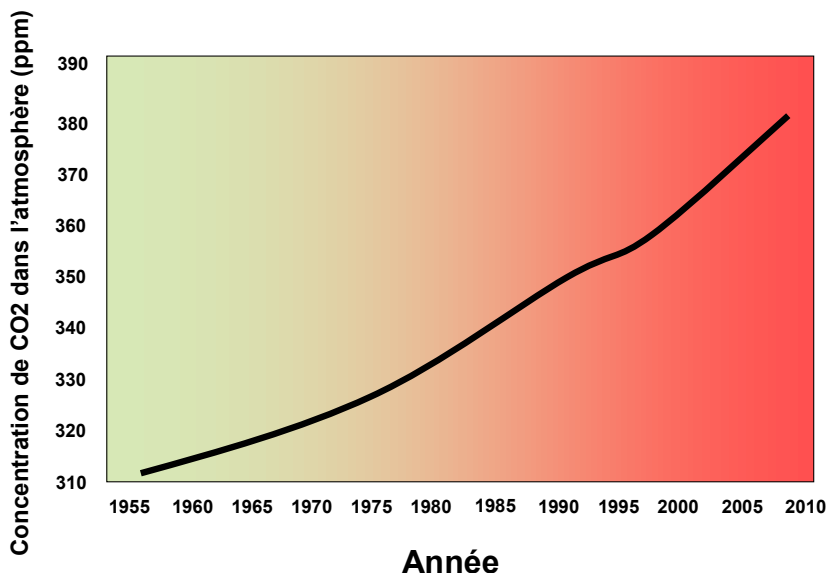


Figure 1

Croissance des rejets mondiaux de CO₂ dans l'atmosphère

¹ US Environmental Protection Agency, Report to Congress on Server and Data Center Energy- Public Law 109-431, 2 août 2007

² European Environment Agency, Greenhouse Gas Emission Trends and Projections in Europe 2008, EEA Report No. 5, 2008

Pour la seule année 2007, la consommation électrique des datacenters d'Europe de l'Ouest a atteint la valeur impressionnante de 56 TéraWattheures (TWh). Selon l'UE, ce chiffre devrait quasiment doubler pour passer à 104 TWh d'ici 2020³. Cette prévision de croissance, si elle n'est pas pondérée par des innovations en matière de gestion efficace de l'énergie, empêchera l'Union Européenne d'atteindre ses objectifs globaux de réduction des émissions de CO₂ et de limitation du réchauffement climatique. La consommation énergétique des datacenters et sa conversion pour l'estimation de l'empreinte carbone font l'objet de ce livre blanc. La **Figure 1** illustre la croissance des rejets de CO₂ dans l'atmosphère à travers le monde.

Dans quelle mesure un datacenter donné tient-il compte des exigences environnementales ? Pour répondre à cette question, les professionnels des datacenters doivent tout d'abord déterminer leur utilisation énergétique, puis la convertir en émissions de dioxyde de carbone. Pour déterminer si l'empreinte carbone d'un datacenter tend à diminuer, la première étape consiste à mesurer convenablement sa consommation. Trois variables clés ont une incidence majeure sur la consommation électrique des datacenters : l'emplacement du datacenter, sa charge informatique et son efficacité électrique. L'incidence de la modification de ces variables peut être modélisée à l'aide de la série d'outils en ligne TradeOff Tools™ d'APC. Nous présenterons ces outils plus en détail dans les sections suivantes.

Définition des termes clés

Pour déterminer l'impact environnemental d'un datacenter, il est important de comprendre le sens des termes utilisés pour décrire les valeurs mesurées. Vous trouverez ci-dessous une liste des termes clés utilisés dans les discussions traitant de l'impact environnemental des datacenters :

Coefficient d'émissions de dioxyde de carbone (« empreinte carbone »)

Il s'agit d'une mesure de la quantité de gaz à effet de serre, notamment du dioxyde de carbone (CO₂), générés par les activités de base, telles que la conduite d'un véhicule ou l'alimentation d'une centrale électrique. Dans le cas d'une centrale, la mesure inclut la génération d'électricité, ainsi que les pertes de transmission et de distribution qui se produisent lors de l'approvisionnement de l'électricité jusqu'au site de consommation. Ce livre blanc définit l'empreinte carbone d'un datacenter comme la valeur des émissions de dioxyde de carbone équivalentes à la consommation d'électricité totale d'un datacenter spécifique.

L'emplacement géographique d'un datacenter joue un rôle important. Un datacenter situé dans une zone dotée d'un accès facilité à l'énergie hydraulique, nucléaire ou éolienne, par exemple, aura une empreinte carbone inférieure à celle d'un datacenter situé dans une zone dépendant plus fortement du charbon, du pétrole ou du gaz naturel.

Centrale d'appoint

Les producteurs d'énergie font face aux pics de demande en électricité en mettant en service des centrales de génération d'électricité auxiliaires appelés « centrales d'appoint ». Ces centrales sont alimentées en charbon, ce qui entraîne des émissions de CO₂ élevées. En fonction de l'état du réseau électrique de chaque région, les centrales d'appoint peuvent fonctionner plusieurs heures par jour ou seulement quelques heures par an. La compagnie d'électricité fait appel à ces usines plus anciennes et moins efficaces lors des pics de demande, par exemple en fin d'après-midi et en début de soirée un jour d'été très chaud lorsque les entreprises sont encore ouvertes et que les personnes rentrent chez elles et commencent à préparer le dîner. Les centrales d'appoint, lorsqu'elles sont fréquemment sollicitées dans le secteur géographique du datacenter, affectent les « émissions évitées » du *Calculateur d'empreinte carbone du datacenter* (présenté plus loin dans ce livre blanc).

³ European Commission, Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency - Version 1.0, 30 octobre 2008

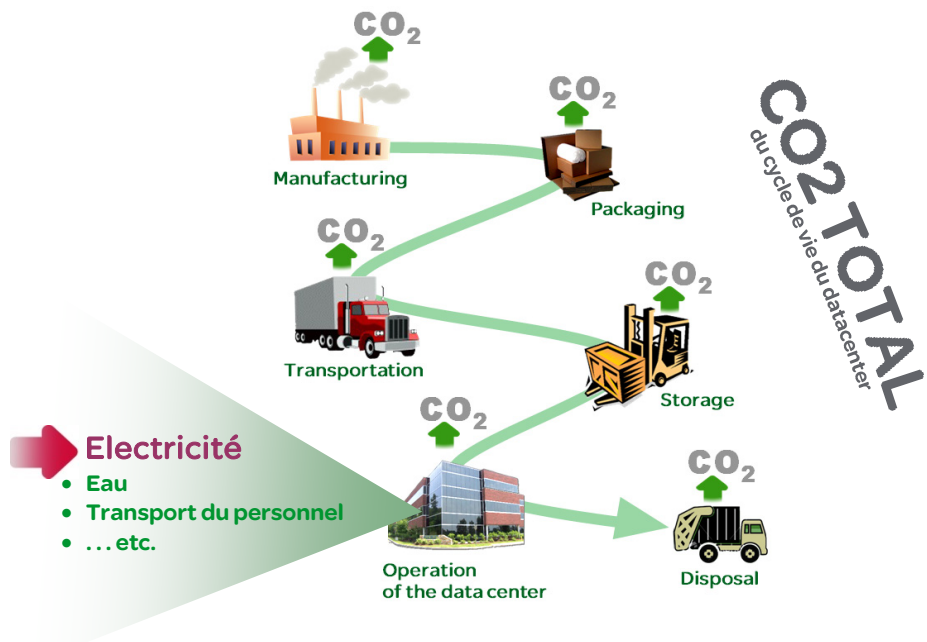
Emissions évitées Lorsque la consommation électrique d’un datacenter est réduite, la demande de production électrique au niveau des centrales baisse, ce qui évite des émissions de dioxyde de carbone et réduit l’empreinte carbone. Si la réduction de la consommation permet de réduire l’utilisation des centrales d’appoint, les émissions évitées sont amplifiées. La notion d’« émissions évitées » est l’une des valeurs sélectionnables du *Calculateur d’empreinte carbone du datacenter* présenté plus loin dans ce livre blanc. Cet indicateur de réduction des émissions est plus précis que l’empreinte carbone lorsque les centrales d’appoint constituent une source d’approvisionnement en électricité significative dans le secteur géographique du datacenter.

CO₂ (dioxyde de carbone ou carbone) Le CO₂ est le gaz qui contribue le plus à l’effet de serre mondial. Il représente 76 % des gaz à effet de serre contenus dans notre atmosphère⁴. Le CO₂ est rejeté dans l’atmosphère en grandes quantités et a un cycle de vie d’environ 100 ans. Rapporté au cycle de vie global d’un datacenter, le terme général d’« émissions de carbone » comprend le CO₂ rejeté pendant le processus de fabrication de tous les composants qui constituent un datacenter (serveurs, onduleurs, enveloppe du bâtiment, refroidissement, etc.). Cet aspect des émissions de carbone peut être appelé « carbone embarqué ». Le terme d’émissions de carbone inclut également le CO₂ rejeté pendant le fonctionnement du datacenter (en termes d’électricité consommée), la maintenance du datacenter (par exemple, remplacement des consommables tels que les batteries, les condensateurs, etc.) et l’élimination des composants du datacenter à la fin de leur cycle de vie (voir la **Figure 2**). Ce livre blanc, tout comme les outils décrits ultérieurement, s’intéresse aux émissions de CO₂ en relation avec la consommation électrique du datacenter en cours d’exploitation.

Figure 2

Phases de production de dioxyde de carbone au cours du cycle de vie produit d’un datacenter

Ce livre blanc s’intéresse à la **consommation électrique** d’un datacenter durant son exploitation



⁴ Intergovernmental Panel on Climate Change, *Fourth Assessment Report*, 2007

Profil carbone total d’un datacenter

Ce livre blanc s’intéresse à l’estimation des émissions de CO₂ générées par la consommation électrique d’un datacenter en cours de fonctionnement, qui peut être calculée à l’aide des outils décrits ultérieurement, mais une analyse complète doit également inclure (1) la contribution en carbone embarqué de *toutes* les phases du cycle de vie produites présentées à la **Figure 2** et (2) la contribution carbone du bâtiment physique proprement dit, si le bâtiment est une structure exclusivement dédiée au datacenter. L’estimation de ces deux données n’est pas abordée dans ce livre blanc, mais voici un bref aperçu de la vue d’ensemble :

> Le datacenter

Calcul pour un datacenter d’1 MW

Electricité	177 000 000 kWh
Eau	227 000 000 l
Cuivre	65 771 kg
Plomb	9 525 kg
Plastique	14 968 kg
Aluminium	33 112 kg
Matériaux de soudure	5 443 kg
Acier	171 004 kg

Hypothèses : Durée de vie de 10 ans, redondance élevée, deux remises en état informatiques, incluant alimentation/refroidissement/armoires/informatique, à l’exclusion du bâtiment

> « Enveloppe » du bâtiment

Calcul pour un datacenter d’1 MW

Béton	
Maçonnerie	Briques, pierres, joints
Métaux	Poutrelles en acier, conduites en plomb, câbles en cuivre, aluminium tôles métalliques, escaliers, rambardes, plaques d’appui, grilles, clous, vis, boulons, doublage en aluminium, tôles métalliques, ventilation en aluminium, grilles de ventilation
Bois, plastique, composites	Cadres de porte, gaines de câble, portes, fenêtres
Protection thermique/anti-humidité	Isolation, écrans pare-vapeur
Eau	Nettoyage, refroidissement, système anti-incendie
Produits chimiques	Colle, glycol, produits de nettoyage, produits hydrofuges mastic, produits anti-incendie
Verre	
Goudron	Toits, routes, trottoirs, parkings
Bardage, tuiles	

Dans quelles proportions ces matériaux contribuent-ils aux émissions de carbone lors de la construction d’une installation classique ? Le **Tableau 1**⁵ offre un aperçu des matériaux de base employés pour la construction de l’« enveloppe » du bâtiment.

⁵ Edinburgh Centre for Carbon Management Ltd., Forestry Commission Scotland Greenhouse Gas Emissions Comparison Carbon Benefits of Timber in Construction, Août 2006

Tableau 1

Répartition du CO₂ embarqué dans les matériaux de construction

Matériaux - Enveloppe du bâtiment Bâtiment de 530 m ²	Tonnes de CO ₂	Pourcentage du total
Fondations (béton)	4,7	4%
Planchers (dalle en béton, isolation)	39,9	31%
Plafonds (placoplatre)	2,3	2%
Structure (poutrelles en acier)	15,4	12%
Murs extérieurs (briques, isolation)	32,1	25%
Cloisons intérieures (bois et placoplatre)	8,7	7%
Escaliers (béton)	1,1	1%
Fenêtres (vitres et bâti)	0,59	0,4%
Portes intérieures (aggloméré)*	-0,4	-0,3%
Portes extérieures (plastique)	0,6	0,5%
Toit (bois, béton, isolation)	23,4	18%
TOTAL	128,3	100%

* Ce chiffre négatif a en fait une incidence *positive* sur les émissions de CO₂ (il va au-delà de la neutralisation des émissions de CO₂) grâce à l’utilisation de matériaux recyclés

En quoi les immeubles de bureaux sont-ils différents des datacenters ?

Les immeubles de bureaux commerciaux et les datacenters ne consomment pas leur énergie de la même manière. Un datacenter consomme beaucoup d’énergie ; ses besoins en alimentation électrique et en refroidissement sont bien supérieurs à ceux d’un immeuble de bureaux. Par conséquent, les matériaux utilisés pour construire un immeuble de bureaux classique représentent un pourcentage plus élevé des émissions de carbone totales, étant donné que ce bâtiment consomme moins d’énergie.

Concrètement, les datacenters peuvent être jusqu’à 40 fois plus énergivores que les immeubles de bureaux. Par conséquent, les datacenters ressemblent plus à des sites industriels que des immeubles de bureaux. Les datacenters sont en outre conçus pour les ordinateurs, pas pour les personnes ; la plupart n’ont pas de fenêtres et un circuit d’air frais minimum. Les immeubles de bureaux sont exploités sur des périodes bien plus longues (cycle de vie de 50 ans) que les datacenters (cycle de vie de 10 ans). La **Figure 3**⁶⁷ compare les profils d’utilisation énergétique des immeubles et des datacenters.

Carbone embarqué

Veillez noter que les chiffres du **Tableau 1** intègrent le CO₂ (processus de production nécessaires pour la fabrication, la livraison et l’élimination de tous les matériaux et équipements) appelé « carbone embarqué ».

⁶ LBNL 53483, High Performance Data Centers, William Tschudi, Teng Fung Xu, Dale Sartor, Jay Stein, 30 mars 2004

⁷ <http://www.epa.gov/RDEE/documents/sector-meeting/4bi-officebuilding.pdf> (adapté d’E Source 2006)

Dans le cas d’un nouveau serveur de datacenter, le carbone embarqué issu de la fabrication et de la livraison du serveur vient s’ajouter à l’empreinte carbone du datacenter qui héberge ce serveur (il s’agit de la consommation d’eau (pour le refroidissement), de la consommation électrique, des rejets industriels (des fournisseurs de matières premières) et du transport des employés (déplacements professionnels en voiture et en avion)). A lui seul, le transport des employés peut représenter une valeur importante. Prenons par exemple une grande entreprise comptant 100 000 employés, dont la moitié prennent l’avion en moyenne deux fois par an. Avec une empreinte carbone supposée de 0,33 tonne par vol aller-retour (par exemple, Londres - New York et le vol retour)⁸, cela représente une émission annuelle de CO₂ de 33 000 tonnes (100 000 vols x 0,33 tonne par vol). En outre, tous les serveurs et l’équipement relatif au datacenter contribuent à la production de CO₂ dans le cadre de leur exploitation.

Les entreprises et les gouvernements préoccupés par le réchauffement climatique proposent que toutes les entreprises disposent d’une allocation carbone. Dans le cadre de ce plan d’allocation, tout dépassement de la valeur allouée se traduit par des amendes et autres pénalités. Le concept de crédits carbone et la possibilité de les échanger sur un marché du carbone font également leur apparition dans de nombreux pays (par exemple via la plantation d’arbres sur ou autour du site d’un datacenter pour réduire l’empreinte carbone). Cette mesure mondiale de l’empreinte carbone tient compte de tous les processus et achats au sein d’une entreprise. La **Figure 3** compare les profils énergétiques d’un immeuble de bureaux classique et d’un datacenter.⁹

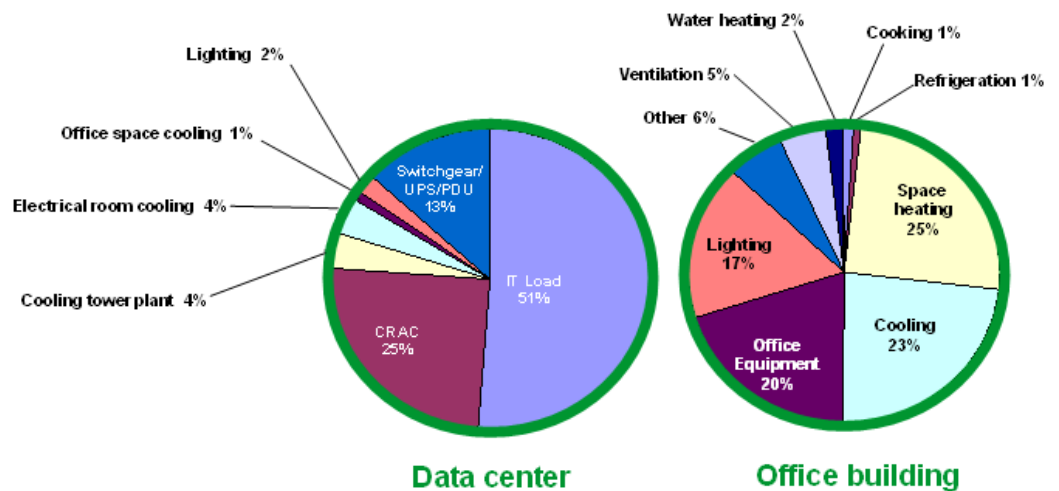


Figure 3

Comparaison des profils de consommation énergétique d’un datacenter et d’un immeuble de bureaux

Incidence de la génération d’électricité

Pour comprendre l’incidence de la consommation électrique d’un datacenter sur l’empreinte carbone, il est important de comprendre de quelle manière une compagnie d’électricité fournit de l’énergie. Les émissions de dioxyde de carbone en relation avec l’énergie représentent 60 % des émissions de dioxyde de carbone mondiales (et en moyenne 80 % dans les pays les plus développés). Les centrales électriques, qui génèrent de l’électricité à partir de différentes sources d’énergie brute, sont rarement une entité monolithique. Elles produisent leur électricité à partir de différentes sources : charbon, gaz naturel, pétrole, réacteur nucléaire, énergie hydroélectrique, énergie marémotrice et parcs éoliens.

⁸ The Edinburgh Centre for Carbon Management, *Estimates of Emissions for Selected Items and Activities*, document technique n°4 de l’ECCM, octobre 2000

⁹ Le système de refroidissement représenté sur la **Figure 3** est un système CRAC basé DX équipé d’une tour de refroidissement.

Les systèmes à eau réfrigérée et à refroidisseur sec ont une charge de refroidissement totale équivalente, mais une répartition différente des charges du CRAC, de l’eau réfrigérée et de la tour.

La « répartition » ou le « profil » des sources d'énergie utilisées par la compagnie d'électricité pour générer de l'électricité est importante pour le calcul de l'empreinte carbone d'un datacenter. Les combustibles fossiles, principaux responsables des émissions de CO₂ (voir le **Tableau 2**), représentent toujours la majorité de la production d'énergie au monde (82 % en 2007). Le type de combustible fossile brûlé par la centrale joue également un rôle important. Bien que le charbon représente uniquement 26 % de la fourniture totale d'énergie primaire en 2007, il est responsable de 42 % des émissions mondiales de CO₂ (voir le **Tableau 2**)¹⁰. Le charbon a une forte teneur en carbone par unité d'énergie produite. Comparé au gaz naturel, le charbon est, en moyenne, presque deux fois plus énergivore.

En outre, lorsqu'un datacenter achète une unité d'électricité auprès d'une compagnie d'électricité, la quantité de carbone produite pendant le processus de conversion du combustible en électricité et d'acheminement de l'électricité jusqu'au site est multipliée par trois.

Tableau 2

Sources d'énergie primaire mondiales et émissions de CO₂ correspondantes

Type de combustible	Pourcentage dans la fourniture d'énergie primaire mondiale	Pourcentage des émissions de CO ₂ mondiales
Pétrole	34%	38%
Charbon	26%	42%
Gaz naturel	21%	20%
Autres*	19%	0%

*Comprennent le nucléaire, l'hydroélectricité, la géothermie, le solaire, l'éolien, les combustibles renouvelables et l'énergie produite à base de déchets

La production d'électricité est l'une des trois principales sources d'émissions de gaz à effet de serre (les automobiles/le transport et la déforestation/l'agriculture sont les deux autres). L'une des principales difficultés lorsqu'on cherche à réduire la consommation électrique d'un datacenter (émissions de gaz à effet de serre) est d'établir le lien entre les activités d'un datacenter et sa consommation électrique. Un datacenter consomme de l'électricité lorsque les charges de l'infrastructure informatique et physique utilisent de l'électricité pour traiter les informations ou lorsque les systèmes de refroidissement perfectionnés éliminent la chaleur produite par le datacenter pour assurer une température stable.

La source de combustible ou d'énergie utilisée pour produire l'électricité est le principal facteur qui affecte les variations d'émissions de CO₂ d'une année sur l'autre. Etant donné que l'énergie hydroélectrique et l'énergie nucléaire réduisent la production d'énergie à partir de combustibles fossiles lorsqu'elles sont disponibles, les émissions de CO₂ augmentent lorsque ces sources ne sont pas disponibles et que l'énergie doit être produite à partir de combustibles fossiles en remplacement. A l'inverse, il est possible de réduire les émissions de CO₂ par le biais d'un recours accru aux énergies nucléaire, hydroélectrique et renouvelables pour la génération d'électricité¹¹.

¹⁰ International Energy Agency, *CO₂ Emissions from Fuel Combustion Highlights*, édition 2009

¹¹ Department of Energy / Environmental Protection Agency, *Carbon Dioxide Emissions from the Generation of Electric Power in the United States*, juillet 2000

Corrélation entre l’énergie consommée par les datacenters et les émissions de CO₂

Trois principaux facteurs ont une incidence sur l’empreinte carbone d’un datacenter :

1. Emplacement
2. Charge informatique
3. Efficacité électrique

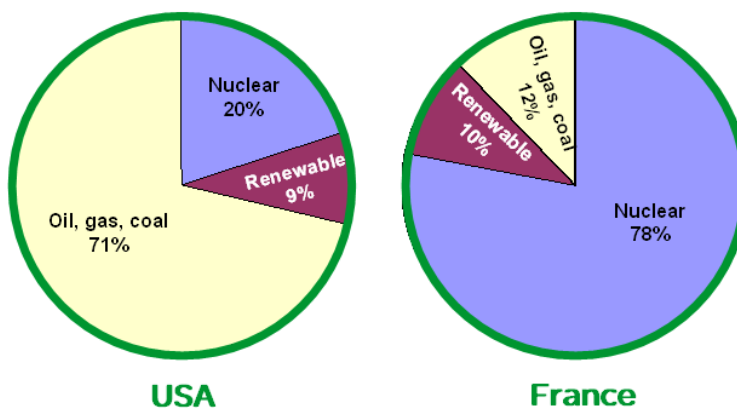
Premier facteur clé : l’emplacement

Certaines variables météorologiques telles que les températures extérieures et les taux d’humidité ont une influence sur la consommation d’énergie. Un emplacement géographique soumis à des températures et des taux d’humidité extrêmes consommera plus d’énergie, étant donné que les systèmes constituant l’infrastructure physique du datacenter devront fonctionner plus intensément pour maintenir une température et des taux d’humidité constants et modérés.

La source locale de production électrique a également une incidence majeure sur l’empreinte carbone d’un datacenter (voir la **Figure 4**)¹². En France, par exemple, la majorité de l’électricité produite par les centrales est nucléaire. Un datacenter implanté en France aura donc une empreinte carbone bien inférieure, en termes d’exploitation quotidienne, qu’un datacenter situé dans un état américain du Midwest. Pour ce qui est du datacenter implanté aux Etats-Unis, la « répartition » de la source d’énergie peut être de 60 % de charbon, 20 % de pétrole, 10 % de gaz naturel, 5 % d’hydroélectrique et 5 % d’éolien. Un datacenter installé dans le centre de la France tire 95 % de son électricité d’une centrale électrique nucléaire. Un réacteur nucléaire n’émet pas de CO₂. Une centrale thermique qui utilise du charbon émet du CO₂.

Figure 4

Production d’électricité par type de combustible : comparaison Etats-Unis / France



Les caractéristiques uniques de l’emplacement d’un datacenter ont également une incidence sur la fréquence des « émissions évitées » dont le site peut bénéficier. Les émissions évitées reflètent l’activité moyenne des centrales d’appoint dans le réseau du producteur d’électricité local. Une étude plus poussée du phénomène des centrales d’appoint révèle que lorsque la consommation diminue, les centrales d’appoint sont ralenties ou mises à l’arrêt. Les émissions évitées entrent en ligne de compte uniquement lorsque des centrales qui utilisent des combustibles fossiles sont impliquées. Les centrales d’appoint sont généralement des sites plus anciens et moins efficaces. La plupart des centrales d’appoint ont été remplacées par des centrales plus propres et plus efficaces mais restent exploitées uniquement pour les périodes où la demande en électricité accrue nécessite de faire appel à elles.

¹² <http://www.getenergyactive.org/fuel/mix.htm> - consulté le 8 février 2010
http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/factsheets/mix/mix_fr_en.pdf - consulté le 15 février 2010

Les heures de pic classiques ont lieu les matins des jours de semaine et en fin d’après-midi ou en début de soirée. Les pics se produisent lorsque de nombreux lieux de travail sont encore ouverts alors que les employés rentrent chez eux, commencent à préparer le dîner, activent la climatisation ou allument le chauffage, en fonction de l’emplacement géographique et de la période de l’année. Dans ces conditions, les centrales d’appoint peuvent être sollicitées et l’empreinte carbone des datacenters augmente alors (voir la **Figure 5**).

Deuxième facteur clé : la charge informatique

La charge informatique correspond à la quantité d’électricité consommée par l’équipement informatique du datacenter. La charge informatique est composée de tous les éléments matériels informatiques qui constituent l’architecture du système informatique : serveurs, routeurs, ordinateurs, périphériques de stockage, équipement de télécommunications, ainsi que les systèmes de sécurité, les systèmes anti-incendie et les systèmes de surveillance qui les protègent. Les charges peuvent augmenter (augmentation des besoins en traitement informatique de l’entreprise) ou diminuer (suite à la virtualisation ou la consolidation). Plus la charge augmente, plus la quantité d’électricité requise est importante pour assurer le bon fonctionnement de l’infrastructure et plus l’empreinte carbone est élevée.

Troisième facteur clé : l’efficacité électrique

Malheureusement, dans les datacenters, l’habitude très répandue qui consiste à surdimensionner l’infrastructure physique nécessaire pour supporter la charge informatique a un impact très négatif sur l’efficacité d’un datacenter et contribue par conséquent à augmenter l’empreinte carbone. Les datacenters sont surdimensionnés de manière à bénéficier d’une marge confortable pour pallier les erreurs d’estimation de la capacité du datacenter. Le surdimensionnement a pour effet une sous-utilisation de l’équipement (par exemple, présence de serveurs tournant 24 heures sur 24 mais qui sont très rarement utilisés). Heureusement, les nouvelles générations d’équipements d’infrastructure physique et informatique modulaires et évolutifs permet d’opter pour une philosophie de développement en fonction des besoins qui contribue à optimiser l’utilisation des équipements. En outre, les progrès des logiciels de planification de la capacité permettent une prévision bien plus précise de la capacité des datacenters et de leur consommation électrique.

Différents facteurs peuvent améliorer ou au contraire réduire l’efficacité. Chaque élément, de la conception générale du datacenter (orientation des rangées de serveurs, architecture de l’alimentation électrique, architecture du refroidissement, conception des serveurs, niveau de redondance, charge électrique, etc.) jusqu’au déploiement de technologies spécifiques (onduleurs, refroidisseurs, économiseurs), a une incidence sur l’efficacité. Pour en savoir plus sur la gestion des facteurs qui affectent l’efficacité d’un datacenter, consultez les livres blancs d’APC répertoriés à la fin du présent livre blanc.

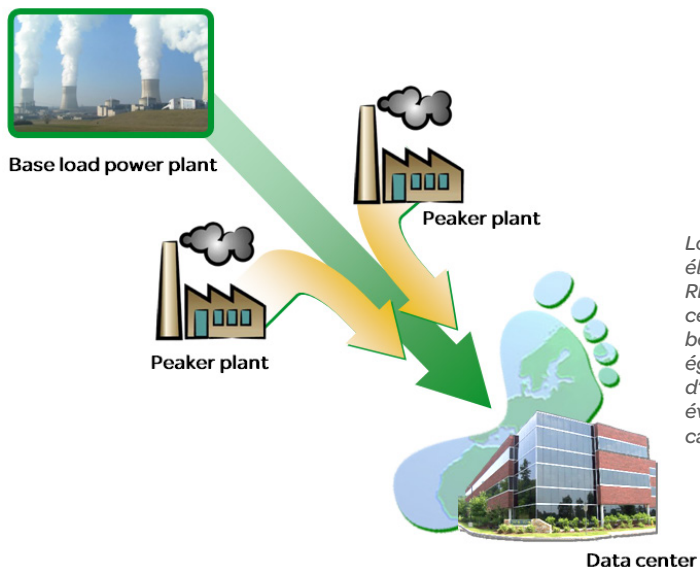


Figure 5

Le recours aux centrales d’appoint augmente la partie Electricité de l’empreinte carbone d’un datacenter

Lorsque la consommation électrique d’un datacenter est REDUITE, la contribution des centrales d’appoint qui génèrent beaucoup de carbone l’est également, ce qui a pour effet d’augmenter les « émissions évitées » et de réduire l’empreinte carbone

Outils pour l’estimation de l’empreinte carbone électrique

Certains outils automatisés, tels que les outils TradeOff Tools™ (calculateur d’empreinte carbone du datacenter, calculateur d’efficacité du datacenter, calculateur d’affectation des coûts énergétiques et des émissions de CO₂ et simulateur de dimensionnement du datacenter) d’APC, peuvent aider les professionnels des datacenters à comprendre leur utilisation de l’électricité et à identifier en quoi les variations d’efficacité peuvent avoir une incidence sur l’empreinte carbone. Ces outils ne tiennent pas compte du carbone embarqué, à savoir l’énergie utilisée pour fabriquer, livrer et éliminer l’équipement et les matériaux utilisés dans le datacenter et pour la construction du bâtiment qui l’héberge.

A l’aide de ces outils en ligne, vous pouvez rapidement calculer une estimation de l’empreinte carbone de votre datacenter. Ces quatre outils ont été conçus selon un format standardisé avec saisie des valeurs sur la gauche et affichage des résultats sur la droite.



Simulateur de dimensionnement du datacenter (Datacenter Power Sizing Calculator)

Le *simulateur de dimensionnement du datacenter* définit les caractéristiques de base de la charge informatique et calcule la quantité d’électricité requise pour supporter cette charge. La nature interactive de l’outil permet à l’utilisateur de tester des scénarios hypothétiques en modifiant les caractéristiques de la charge des serveurs, des mainframes et du stockage. La charge totale est ensuite calculée et l’outil génère une valeur de production d’électricité requise correspondante

Cliquez sur  l’icône pour accéder aux ressources



Calculateur d’efficacité du datacenter (Data Center Efficiency Calculator)

Le *calculateur d’efficacité du datacenter* établit le profil d’un datacenter et calcule l’efficacité et le coût électrique correspondants à partir des caractéristiques clés du datacenter. L’utilisateur saisit les détails relatifs à l’infrastructure d’alimentation électrique et de refroidissement et les résultats sont calculés sur la base d’un modèle d’efficacité à quatre paramètres testé et validé.

 Lien vers les ressources
Livre Blanc 161

*Allocating Data Center Energy
Costs and Carbon to IT Users*



Calculateur d'affectation des coûts énergétiques et des émissions de CO₂ (IT Carbon & Energy Allocation Calculator)

Cet outil affecte les émissions de CO₂ et les coûts énergétiques aux utilisateurs des datacenters. Son objectif est d'aider les utilisateurs à prendre conscience des coûts énergétiques dont ils sont à l'origine et de les encourager à adopter des approches visant à économiser l'énergie, telles que la virtualisation et le retrait de serveurs. Pour en savoir plus sur les méthodologies permettant de compenser l'énergie consommée par les utilisateurs de datacenters, consultez le livre blanc 161 intitulé *Affectation des coûts énergétiques et des émissions de CO₂ aux utilisateurs informatiques*.



Calculateur d'empreinte carbone du datacenter (Data Center Carbon Calculator)

Le *calculateur d'empreinte carbone du datacenter* calcule les caractéristiques « vertes » d'un datacenter en convertissant les valeurs d'énergie consommée en émissions de dioxyde de carbone. Il montre en quoi des changements hypothétiques en matière d'emplacement, d'efficacité et de charge informatique d'un datacenter affectent les émissions de dioxyde de carbone et les factures d'électricité.

Les valeurs saisies dans le calculateur d'empreinte carbone sont simples :

- Détails de l'infrastructure physique pour deux scénarios : avant et après
- Charge informatique : avant et après
- Emplacement géographique du datacenter

Le nombre total de kilowattheures consommés est calculé à partir des valeurs d'efficacité DCiE/PUE et des charges informatiques, multiplié par la valeur des émissions de dioxyde de carbone pour l'électricité produite dans le secteur géographique et converti en nombre de voitures équivalentes. Il n'est pas nécessaire de collecter des informations spécifiques sur site autres que celles déjà collectées pour mesurer ou calculer l'efficacité DCiE/PUE.

Pour le calcul des émissions de dioxyde de carbone, les données relatives à l'état et au pays sont issues d'un rapport de l'EIA (Energy Administration Information, agence d'information sur l'administration de l'énergie basée aux Etats- Unis)¹³. Pour l'équivalence en voitures, la valeur prise en compte est de 4,5 tonnes of CO₂ par an, conformément au chiffre publié par l'EPA.

Ces quatre outils fonctionnant ensemble, les résultats de l'un peuvent être utilisés pour un autre. Même si les quatre outils peuvent être utilisés conjointement, vous n'aurez peut-être besoin que d'un sous-ensemble des outils, en fonction de la quantité de données dont vous disposez déjà. Par exemple, si vous connaissez déjà la charge informatique, il n'est pas nécessaire d'utiliser le simulateur de dimensionnement. Si vous connaissez déjà la valeur PUE, il n'est pas nécessaire d'utiliser le calculateur d'efficacité (sauf si vous procédez à une validation sommaire de la valeur PUE d'origine).

Par exemple : vous souhaitez estimer l'empreinte carbone de la consommation électrique annuelle du datacenter et générer un coût projeté pour un groupe d'utilisateurs donné. En utilisant les outils TradeOff Tools, vous pouvez procéder comme sur la **Figure 6**.

¹³ Les données relatives aux émissions de dioxyde de carbone sont dérivées du document de l'US Department of Energy intitulé "Voluntary Reporting of Greenhouse Gases" (Appendix F - Electricity Emission Factors, 2007). http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/pdf/Appendix%20F_r071023.pdf consulté en décembre 2009

Cliquez sur  l’icône pour accéder aux ressources

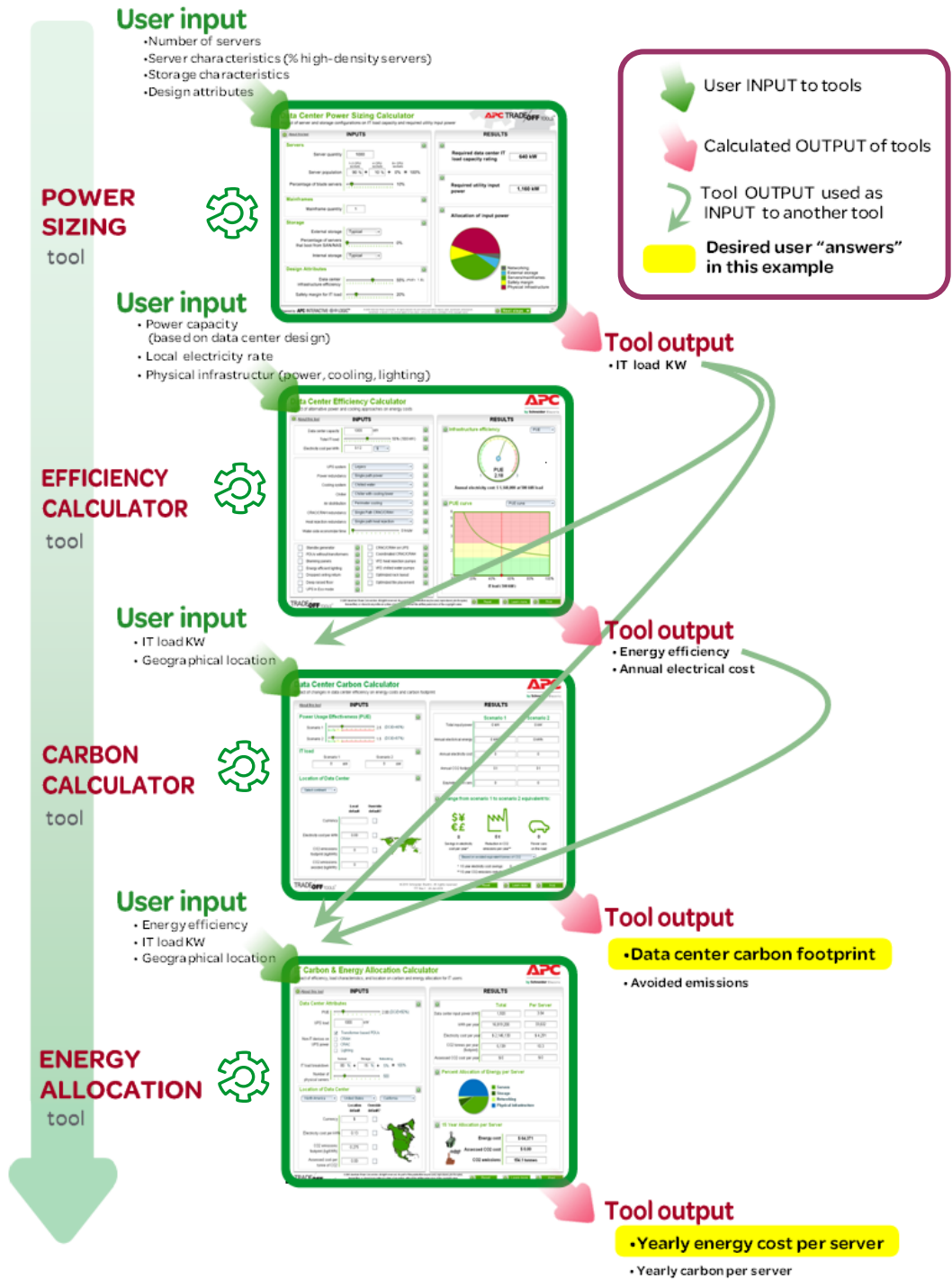


Figure 6

Exemple de suite d’outils permettant de calculer l’empreinte carbone et le coût énergétique annuel par serveur

Ensemble, ces outils fournissent les données et les calculs nécessaires pour estimer l’efficacité et l’empreinte carbone. La saisie des données dans chacun des outils nécessite de connaître l’environnement d’un datacenter spécifique (notamment le nombre de serveurs, le type de systèmes de refroidissement et la distribution électrique). Dans certains cas, le personnel des installations informatiques et du site collaborent pour collecter des données appropriées. Certains tiers, notamment APC, peuvent leur venir en aide en effectuant des évaluations de l’efficacité du datacenter qu’il peut être très utile de saisir dans les outils (Figure 7).

Figure 7

Une évaluation de l’efficacité électrique peut établir la consommation énergétique réelle de votre datacenter pour vous permettre de saisir des valeurs précises dans les outils d’analyse énergétique.

The image shows a document titled "Statement of Work" for a "Data Center Electrical Efficiency Assessment" by Schneider Electric Services. The document includes a table of contents and an executive summary.

Schneider Electric Services

Statement of Work

Data Center Electrical Efficiency Assessment

1.0 Executive summary

The Data Center Electrical Efficiency Assessment provides analysis of the data center power and cooling systems to determine the operating efficiency of the data center. In addition, the data center is benchmarked against the expected values of efficiency based on its inherent design and against other similar data centers. The projected efficiency under changing IT loads, such as a growth plan, is calculated and presented to the customer.

APC by Schneider Electric consultants will provide an accurate assessment of the factors limiting the achievable efficiency of the data center. They will make recommendations for changes to maximize efficiency. This includes:

- Assessment and analysis of the existing electrical efficiency of the data center
- Breakdown of losses into power, cooling, and lighting
- Breakdown of cooling system losses into Computer Room Air Conditioners (CRAC),

Contents

- 1.0 Executive summary
- 2.0 Features and benefits
- 3.0 Activities performed
- 4.0 Deliverables

Conclusion

Pour des raisons politiques, sociales et économiques, les propriétaires de datacenters sont soumis à une pression les incitant à réduire la consommation énergétique de leurs datacenters. De nombreux datacenters actuels n’ont pas encore réellement tenté de contrôler leur consommation énergétique. Les systèmes d’alimentation et de refroidissement classiques sont inefficaces, les coûts échoués sont élevés et l’utilisation des serveurs est limitée. Par conséquent, l’empreinte carbone des datacenters est nettement plus élevée qu’elle ne devrait l’être.

La solution est en partie entre les mains des fournisseurs d’énergie. Il est nécessaire de revoir la conception des réseaux d’électricité nationaux et internationaux afin de modifier ou de supprimer progressivement les centrales inefficaces qui utilisent des combustibles fossiles. Toutefois, les utilisateurs d’énergie ont également un rôle important à jouer dans l’amélioration de l’efficacité électrique. Les datacenters peuvent commencer à « redimensionner » leurs infrastructures d’alimentation et de refroidissement de manière à ce que la charge informatique réelle se rapproche de la capacité de charge maximale.

Les intermédiaires entre les fournisseurs et les utilisateurs, à savoir les entreprises telles que Schneider Electric, peuvent également apporter leur contribution en fournissant des solutions hautement efficaces pour les datacenters, les immeubles et les habitations particulières afin d’aider les utilisateurs à gérer efficacement leur énergie.

L’efficacité énergétique est une initiative mondiale à long terme qui implique que toutes les parties fassent des efforts. Certains outils, tels que les calculateurs d’empreinte carbone, d’émissions de CO₂, d’efficacité et de dimensionnement d’APC, sont une étape qui peut aider à remporter ce défi énergétique.



À propos de l'auteur

Dennis Bouley est analyste de recherche sénior au sein du Data Center Science Center de Schneider Electric. Il est diplômé en journalisme et en français de l’Université de Rhode Island et possède un Certificat annuel de la Sorbonne à Paris. Il a publié de nombreux articles dans des journaux mondiaux traitant des environnements infrastructurels physiques et informatiques des datacenters et a rédigé plusieurs livres blancs pour le Green Grid.



Ressources

Cliquez sur l’icône pour accéder aux ressources



Affectation des coûts énergétiques et des émissions de CO₂ aux utilisateurs informatiques

Livre Blanc 161



Modélisation du rendement électrique des datacenters

Livre Blanc 113



Architecture améliorée pour datacenters à haut rendement et haute densité

Livre Blanc 126



Accroissement du rendement d’un datacenter via l’utilisation d’une alimentation haute densité améliorée

Livre Blanc 128



Calcul du rendement électrique des datacenters

Livre Blanc 154



Consultez tous les livres blancs

whitepapers.apc.com



Simulateur de dimensionnement du datacenter

TradeOff Tool 1



Calculateur d’affectation des coûts énergétiques et des émissions de CO₂

TradeOff Tool 2



Calculateur d’efficacité du datacenter

TradeOff Tool 6



Calculateur d’empreinte carbone du datacenter

TradeOff Tool 7



Consultez tous les outils

TradeOff Tools™

tools.apc.com



Contactez-nous

Pour des commentaires sur le contenu de ce livre blanc:

Datacenter Science Center
DCSC@Schneider-Electric.com

Si vous êtes client et que vous avez des questions relatives à votre projet de datacenter:

Contactez votre représentant **Schneider Electric**
www.apc.com/support/contact/index.cfm