



GEWONE ZITTING 2019-2020

2 DECEMBER 2019

**BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK
PARLEMENT**

VOORSTEL VAN ORDONNANTIE

**tot wijziging van de ordonnantie van
2 mei 2013 houdende het Brussels
Wetboek van Lucht, Klimaat en
Energiebeheersing en tot invoering van
regels inzake de voorbeeldfunctie van
de overheid inzake beheersing van het
energieverbruik van bepaalde IT-praktijken
alsook van begeleiding van bedrijven
om ze meer verantwoordelijkheidszin
bij te brengen op dat gebied**

(ingediend door mevrouw Anne-Charlotte d'URSEL (F),
mevrouw Clémentine BARZIN (F),
mevrouw Alexia BERTRAND (F) en
mevrouw Aurélie CZEKALSKI (F))

Toelichting

Op dit moment moeten zowel de overheidsdiensten als de bedrijven een reeks ontwikkelingen volgen op het vlak van hun werkorganisatie door middel van informatie- en communicatietechnologie (ICT). Een van die noemenswaardige ontwikkelingen is, in het kader van de dematerialisatie en het delen van gegevens, het massale gebruik van verschillende virtualisatie- en herlocalisatiepraktijken van gegevensopslag en van werkposten, en, terzelfdertijd, een alomtegenwoordig gebruik van zoekopdrachten, e-maildiensten en opslag in flashgeheugens. Die praktijken, die worden voorgesteld als gunstig voor het beheer van het delen en bewaren van informatie, hebben verscheidene pluspunten, maar eveneens minpunten die minder onder de aandacht worden gebracht, maar enorm belangrijk zijn.

SESSION ORDINAIRE 2019-2020

2 DÉCEMBRE 2020

**PARLEMENT DE LA RÉGION
DE BRUXELLES-CAPITALE**

PROPOSITION D'ORDONNANCE

**modifiant l'ordonnance du 2 mai 2013
portant le Code bruxellois de l'Air, du
Climat et de la Maîtrise de l'énergie et
introduisant des exigences d'exemplarité pour
les pouvoirs publics en matière de maîtrise
de la sollicitation énergétique de certaines
pratiques IT, et un accompagnement
aux entreprises pour
une responsabilisation en ce domaine**

(déposée par Mmes Anne-Charlotte d'URSEL (F),
Clémentine BARZIN (F),
Alexia BERTRAND (F) et
Aurélie CZEKALSKI (F))

Développements

À l'heure actuelle, tant les administrations publiques que les entreprises sont appelées à suivre une série d'évolutions au niveau de leur organisation de travail à travers les technologies de l'information et de la communication (TIC). Une de ces évolutions notables est, dans le cadre de la dématérialisation des données et du partage de celles-ci, le recours massif à différentes pratiques de virtualisation et relocalisation des stockages de données et des postes de travail, et, parallèlement à cela, un usage omniprésent des requêtes web, des services de messageries électroniques, et du stockage sur mémoire flash. Ces pratiques, présentées comme bénéfiques à la gestion du partage et de la conservation de l'information, ont des vertus diverses mais également des impacts moins mis en lumière mais extrêmement importants.

Zo blijken die praktijken gevolgen te hebben voor het energieverbruik. De druk op de uitbreidbaarheid (het vermogen in de informatica om zich aan te passen aan een veranderende grootte van de vraag) van de virtuele infrastructuur voor gegevensverwerking, die door die praktijken wordt veroorzaakt, heeft een directe impact op de energievoorziening van de fysieke infrastructuur waarop die virtuele infrastructuur berust. De werking van die fysieke infrastructuur berust evenwel op aanzienlijke energiebehoeften, die toenemen naarmate die praktijken een exponentiële groei kennen die met zijn hele gewicht drukt op de opslag- en rekencapaciteit van het systeem.

De collectieve verantwoordelijkheid, zoals die bestaat voor andere soorten energieverbruik (zoals de EPB-normen), moet worden aangewakkerd. Dat moet gebeuren door de gewestelijke overheid een voorbeeldfunctie te geven en aan werkelijke regels te onderwerpen en, tegelijk, door de bedrijven, de belangrijkste spelers die zich op voormelde praktijken beroepen, bewust te maken en te begeleiden.

In verband met het voorbeeldbeleid van de overheid inzake energieverbruik, worden in deze ordonnantie regels opgelegd aan de gewestelijke overheidsdiensten om het gebruik van die praktijken beter te beheersen en aldus niet nog meer bij te dragen aan de energiedruk die onrechtstreeks wordt veroorzaakt door die laatste. Tegelijkertijd wordt in deze ordonnantie een begeleidingsmechanisme voor bedrijven ingevoerd, waardoor zij geïnformeerd, begeleid en dus bewustgemaakt kunnen worden over het beheer van die praktijken in hun dagelijkse werkorganisatie.

Definities

In de context van deze ordonnantie, heeft de term «IT-praktijken» een specifieke betekenis. Door de term alsook de componenten ervan nauwkeurig te definiëren, kan de grondslag worden gelegd voor de materiële werkingssfeer van de wettelijke bepalingen die door deze ordonnantie worden ingevoerd.

IT-praktijken

We definiëren die als een geheel van praktijken, die niet onder de aankoop van informaticamateriaal vallen, met inbegrip van de virtualisatie van gegevensopslag door cloudcomputing of door interne datacenters van de entiteit, de virtualisatie van de werkposten door middel van VDI-architectuur, OS-streaming en andere methoden, het gebruik van die opslagruimten en virtuele werkposten, het gebruik van redundancies, het beheer van mirroring, het beheer van zoekopdrachten via zoekrobots, het beheer van e-mails en het beheer van het gebruik van flashgeheugens.

Parmi ces impacts, il s'avère que ces pratiques ont des conséquences en termes de sollicitation énergétique. La pression sur la scalabilité (la capacité en informatique à s'adapter à un changement d'ordre de grandeur de la demande) des infrastructures virtuelles de traitement de données, engendrée par ces pratiques, a des impacts directs sur l'alimentation énergétique des infrastructures physiques sur lesquelles reposent ces infrastructures virtuelles. Or, le fonctionnement de ces infrastructures physiques repose sur des besoins énergétiques considérables qui augmentent à mesure que le développement de ces pratiques connaît une croissance exponentielle qui pèse de tout son poids sur les capacités de stockage et de calcul du système.

Une responsabilisation collective comme celle qui existe pour d'autres modes de consommation énergétique (telles les normes PEB) doit être mise en œuvre. Cette responsabilisation doit passer à la fois par une exemplarité des pouvoirs publics régionaux, soumis à de véritables exigences, et par une conscientisation et un accompagnement des entreprises, acteurs clés du recours à ces pratiques.

Dans le contexte d'une politique d'exemplarité des pouvoirs publics en matière de consommation énergétique, la présente ordonnance impose un cadre aux services publics régionaux de façon à mieux maîtriser le recours à ces pratiques afin de ne pas contribuer davantage à la pression énergétique engendrée indirectement par ces dernières. Parallèlement à cela, la présente ordonnance introduit un mécanisme d'accompagnement des entreprises permettant à celles-ci d'être informées, guidées et, donc, conscientisées dans la gestion de ces pratiques au sein de leur organisation de travail quotidienne.

Définitions

Dans le contexte de la présente ordonnance, le terme de «pratiques IT» a une signification spécifique. Une définition précise de celui-ci, ainsi que de ses composantes, permet d'asseoir le champ matériel des dispositions légales introduites par la présente ordonnance.

Pratiques IT

Nous définissons celles-ci comme un ensemble de pratiques ne relevant pas des achats de matériels d'informatique et comprenant la virtualisation du stockage de données par cloud computing ou par data center interne à l'entité, la virtualisation des postes de travail par architecture VDI, streaming d'OS et autres méthodes, le recours à ces espaces de stockage et postes de travail virtuels, le recours à des redondances, la gestion du mirroring, la gestion des requêtes sur moteurs de recherches, la gestion des messageries électroniques, et la gestion du recours aux mémoire flash.

Cloudcomputing

Concept waarbij een herlocalisatie van de gegevensopslag wordt uitgevoerd van gebruikersposten naar servers op afstand; de toegang tot die geherlocaliseerde gegevens is niet meer beperkt tot de gebruikerspost, want die wordt georganiseerd via online opslagdiensten, die vanaf iedere aangesloten terminal zoals desktops, smartphones en tablets toegankelijk zijn.

Virtualisatie van de werkposten

Principe van weergave op fysieke posten van een virtueel beeld van de gebruikerspost die op een server op afstand wordt uitgevoerd. Dat principe krijgt concreet gestalte via een geheel van praktijken: VDI/HVD-infrastructuur, streaming van besturingssystemen en voorheen Server Based Computing.

Datacenter

Fysieke infrastructuur die fungeert als gegevensverwerkingscentrum, bestaande uit enerzijds technologische opslag- en verwerkingssystemen (met name servers en processors) en anderzijds de benodigde uitrusting voor de systemen voor back-up, veiligheid en controle van de omgeving van de infrastructuur: systemen voor afkoeling, ventilatie en controle van het elektrische vermogen.

Servers

Computers die verschillende bewerkingen uitvoeren op verzoek van andere computers (zogenaamde clients) in het kader van een netwerkarchitectuur.

Mirroring/data mirroring

Proces van realtime kopiëren van gegevens van een opslagvoorziening naar een andere opslagvoorziening, lokaal of off-site, op internationale schaal.

Redundanties

Dubbele opslag van de kritieke uitrusting, in het bijzonder de netwerkserver (voeding en netwerkkaarten) met het doel ofwel de totale capaciteit of prestatie van een systeem te verhogen, ofwel de risico's op defect te verminderen, of een combinatie van die twee.

Cloud computing

Concept suivant lequel on opère une relocalisation du stockage de données depuis des postes utilisateurs vers des serveurs distants; l'accès à ces données relocalisées n'est plus cantonné au canal du poste utilisateur puisqu'il s'organise à travers des services de stockage en ligne, accessibles par tout terminal connecté tels les ordinateurs de bureau, smartphones et tablettes.

Virtualisation des postes de travail

Principe d'affichage sur postes physiques d'une image virtuelle du poste utilisateur exécuté sur un serveur distant. Ce principe se décline à travers un ensemble de pratiques: architectures VDI/HVD, streaming de systèmes d'exploitation et, plus anciennement, Server Based-Computing.

Data center

Infrastructure physique officiant comme centre de traitement de données, composée, d'une part, des équipements technologiques de stockage et de traitement (serveurs et processeurs notamment) et, d'autre part, des équipements nécessaires aux dispositifs de sauvegarde (back-up), de sécurité et de contrôle de l'environnement de l'infrastructure: dispositifs de refroidissement, d'aération et de contrôle de puissance électrique.

Serveurs

Ordinateurs exécutant différentes opérations à la demande d'autres ordinateurs (dits clients) dans le cadre d'une architecture en réseau.

Mirroring/data mirroring

Processus de copie en temps réel, de données depuis un équipement de stockage à un autre équipement de stockage, de façon locale ou hors site, à une échelle internationale.

Redondances

Dédoublage des équipements critiques, singulièrement les serveurs réseaux (alimentation et cartes réseaux) à des fins soit d'augmentation de capacité totale ou de performance d'un système, soit de réduction des risques de panne, ou encore de combinaison des deux effets.

Zoekopdrachten via zoekrobots

Door zoekrobots verwerkte zoekopdrachten bij de gegevensbank van de indexservers en waarvan het antwoord wordt doorgegeven aan de internetgebruiker.

Gegevensopslag op flashgeheugen

Opslag van gegevens die is uitgevoerd op randapparatuur zoals USB-sticks die uitgerust zijn met een flashgeheugen, dat wil zeggen een overschrijfbaar massageheugen met halfgeleiders.

Energieverbruik door de informatica

Het energieverbruik door de informatica in de brede zin heeft twee kanalen⁽¹⁾: het energieverbruik dat voortvloeit uit de werking van hardware en randapparatuur en het energieverbruik dat voortvloeit uit IT-praktijken.

In het kader van deze ordonnantie, zullen we ons echter niet buigen over het energieverbruik van hardware en randapparatuur veroorzaakt door de werking van computers, schermen (indien niet draagbaar), en hun randapparatuur zoals printers, scanners, luidsprekers.

Die kwestie wordt behandeld in het kader van de energie- en milieucriteria voor de aankopen van informaticamateriaal. Deze ordonnantie gaat over de IT-praktijken en de invloed ervan op de infrastructuur voor informatieverwerking.

Energieverbruik dat voortvloeit uit IT-praktijken

De virtualisatie van de gegevensopslag en de werkposten en de mirroring vereisen de ontwikkeling en de toename van online opslagruimten.

Die ontwikkeling en toename zijn slechts mogelijk dankzij de capaciteitsuitbreiding van de servers. Om over te gaan tot een grootschalige ontwikkeling van opslagruimte en online werken, moeten de servers alsmatkrachtiger zijn: dat vereist meer volume, meer beschikbaarheid en meer uitbreidbaarheid.

(1) Volgens een bredere aanname die meer gericht is op de ecologische voetafdruk en de LCA van hardware en randapparatuur, kan het energieverbruik daarvan ook de grondstoffen omvatten die gebruikt worden voor de productie van hun componenten (met name mineralen, oplosmiddelen, polymeren en harsen afkomstig van petroleum).

Requêtes sur moteurs de recherche

Interrogations traitées par les moteurs de recherche auprès de la banque de données des serveurs d'index et dont la réponse est transmise à l'internaute.

Stockage de données sur mémoire flash

Stockage de données effectué sur des périphériques comme les clés USB qui sont dotés de mémoire flash, c'est-à-dire de mémoire de masse à semi-conducteurs réinscriptible.

La consommation énergétique liée à l'informatique

La consommation énergétique liée à l'informatique au sens large a deux canaux⁽¹⁾: la consommation énergétique découlant du fonctionnement des hardwares et périphériques et la consommation énergétique découlant des pratiques IT.

Cependant, dans le cadre de la présente ordonnance, nous ne nous pencherons pas sur la consommation énergétique des hardwares et périphériques induite par le fonctionnement des ordinateurs, écrans (si non portables) et de leurs périphériques tels les imprimantes, scanners, baffles).

Cette question est traitée dans le cadre des critères énergétiques et environnementaux des achats de matériels informatiques. La présente ordonnance est consacrée à la dimension des pratiques IT et de leur impact sur les infrastructures de traitement d'informations.

La consommation énergétique découlant des pratiques IT

La virtualisation du stockage de données et des postes de travail et le mirroring impliquent le développement et l'accroissement d'espaces de stockage en ligne.

Ce développement et cet accroissement n'est possible que grâce à l'extension des capacités des serveurs. Pour procéder à un développement massif d'espace de stockage et de travail en ligne, les serveurs ont besoin d'être dotés d'une puissance de calcul de plus en plus importante: cela requiert davantage de débit, de disponibilité et de scalabilité.

(1) Suivant une acception plus large et plus axée sur l'empreinte écologique et l'ACV des hardwares et périphériques, la consommation énergétique de ceux-ci peut englober également les ressources dépensées dans le cadre de la production de leurs composants (minerais, solvants, polymères et résines issues du pétrole notamment).

De voortdurende optimalisatie van die drie kanalen heeft een invloed op het beheer van de informaticabronnen die nodig zijn voor de werking van de servers. Dat vereist een onophoudelijke verbetering van de processors, het RAM-geheugen, de harde schijven en de bandbreedte van het netwerk.

De invloed op de informaticahulpmiddelen komt, wat de energie betreft, evenwel op verschillende niveaus tot uiting: de elektriciteitsvoorziening van de servers zelf en de elektriciteitsvoorziening die nodig is voor de aanvullende infrastructuur en de afkoeling van de servers. Zo omvat het energieverbruik van de datacenters het energieverbruik van de IT-systemen (opslaguitrusting, netwerkuitrusting), van het afkoelingssysteem (bevochtiging, druk, Direct Expansion Systems, Free Cooling...), van het elektriciteitsvoorzieningssysteem (Uninterruptible Power Supplies (UPS); Power Distribution Units (PDU); Distribution Voltage Options), van het beheerssysteem van de luchtcirculatie, en nog andere systemen.

Een ruimtelijke differentiatie tussen lokalisatie van de IT-praktijken en energieverbruik

Het energieverbruik dat voortvloeit uit die IT-praktijken heeft een bijzonder kenmerk. Wegens de internationale verspreiding van de datacenters die de informatieverzoeken die uit die praktijken voortkomen verwerken en de voortdurende internationale mirroring-processen, bestaat er een ruimtelijke differentiatie tussen de bron van het energieverbruik en de bron van de praktijken die dat energieverbruik veroorzaken.

Zo is het vaak onmogelijk om de geografische lokalisatie van de IT-praktijk en de lokalisatie van het elektriciteitsverbruik boven elkaar te leggen, in tegenstelling tot bijvoorbeeld het elektriciteitsverbruik dat voortvloeit uit het gebruik van hardware en randapparatuur.

Toch bestaat er een denkbeeldige situatie van superpositie. Dat is het geval wanneer diensten voor de virtualisatie van gegevensopslag en werkposten die door een bestuur worden gebruikt, uitsluitend verwerkt worden door servers die toebehoren aan datzelfde bestuur, waarbij de servers zich in dezelfde geografische zone bevinden als de kantoren van het bestuur.

Dat is bijvoorbeeld het geval voor de gemeenten die beschikken over een serverzaal met een intern datacenter voor de entiteit. Dat komt veel voor, want het heeft twee belangrijke voordelen: enerzijds is het bestuur niet afhankelijk van de beschikbaarheid van de externe netwerkverbindingen MAN (Metropolitan Area Network), maar enkel van de LAN (Local Area Network) in het gebouw, ander-

Optimiser sans cesse ces trois canaux a un impact sur la gestion des ressources informatiques nécessaire au fonctionnement des serveurs. Cela demande un perfectionnement continu des processeurs, de la mémoire vive, des disques durs et de la bande passante réseau.

Or, l'impact sur les ressources informatiques se matérialise au niveau énergétique à plusieurs niveaux: l'alimentation électrique des serveurs-même et l'alimentation électrique nécessaire aux infrastructures auxiliaires et de refroidissement des serveurs. La consommation énergétique du data center comprend ainsi la consommation énergétique des systèmes IT (équipements de stockage, équipements de réseau), du système de refroidissement (humidification, pression, Direct Expansion Systems, Free Cooling...), du système d'alimentation électrique (Uninterruptible Power Supplies (UPS), Power Distribution Units (PDU), Distribution Voltage Options), du système de gestion de la circulation de l'air, et d'autres systèmes encore.

Une différenciation spatiale entre localisation des pratiques IT et consommation énergétique

La consommation électrique découlant de ces pratiques IT a une particularité. Du fait de la répartition internationale des data centers traitant les demandes d'informations engendrée par ces pratiques et des processus constant de mirroring international, il existe une différenciation spatiale entre la source de consommation énergétique et la source des pratiques générant cette consommation énergétique.

Ainsi, il n'est souvent pas possible d'opérer une superposition entre la localisation géographique de la pratique IT et la localisation de la consommation d'électricité, contrairement par exemple à la consommation électrique découlant de l'utilisation de hardwares et périphériques.

Cependant, il existe un cas de figure de superposition. C'est le cas où des services de virtualisation de stockage de données et des postes de travail employés par une administration sont exclusivement traités par des serveurs appartenant à cette même administration, les serveurs étant localisés dans la même zone géographique que les bureaux de l'administration.

C'est le cas par exemple des communes qui disposent d'une salle de serveur avec un data center interne à l'entité. Le cas de figure est répandu puisque cela représente deux avantages majeurs: d'une part l'administration n'est pas dépendante des disponibilités des connexions réseaux extérieures MAN (Metropolitan Area Network) mais seulement LAN (Local Area Network) dans le bâtiment, d'autre

zijds zijn de bescherming van de persoonlijke levenssfeer en het bewaren van gegevens beperkt tot de entiteit zonder ingrepen van derden.

Hoewel dat geval veel voorkomt, neemt het gewicht van de afstand tussen de bron van de energieconsumptie en de bron van de praktijken die deze energieconsumptie voortbrengt toe wegens de veralgemening van de cloud en mirroring.

De verantwoordelijkheidszin inzake energieverbruik door die IT-praktijken berust dus niet enkel op het zich bewust zijn van de lokale impact ervan, maar ook op het zich bewust zijn van de externe gevolgen ervan op globaal niveau, bijvoorbeeld de verantwoordelijkheidszin in verband met andere vraagstukken die opduiken door het in aanmerking nemen van de niet lokale gevolgen, zoals de analyse van de levenscyclus.

Kwantificatie en raming van het energieverbruik door IT-praktijken

De raming van het energieverbruik door IT-praktijken evolueert binnen het totale verbruik van het ruimere geheel van de informatie- en communicatietechnologieën (ICT). Laat ons vooreerst de algemene raming van het totale verbruik door ICT verduidelijken, en vervolgens de ramingen van de verschillende bronnen van energieverbruik binnen de IT-praktijken verder uitdiepen.

Algemene raming van het totale energieverbruik door ICT

Het totale energieverbruik door ICT kennen is absoluut noodzakelijk om de algemene evolutie te kennen en het aandeel van het energieverbruik door IT-praktijken daarin.

In absolute cijfers, bedraagt het energieverbruik door het gebruik van het globale ecosysteem van de ICT 1.500 TWh per jaar, wat overeenkomt met het verbruik van Japan en Duitsland samen, en met alle elektriciteit die in 1985 in de wereld werd gebruikt voor verlichting⁽²⁾.

Op grond van de analysegegevens van het Global e-Sustainability Initiative, waaraan de belangrijkste internationale bedrijven die gespecialiseerd zijn in ICT deelnemen, is het energieverbruik van de internetinfrastructuur (data-

(2) Mill, M., The cloud begins with coal. Big data, big networks, big infrastructure, and big power. An overview of the electricity consumed by the global digital ecosystem, Digital Power Group, 2013.

part les questions liées à la protection de la vie privée et à la conservation des données sont limitées à l'entité sans interférence de tiers.

Cependant, si ce cas de figure est courant, le poids de la différenciation spatiale entre la source de consommation énergétique et la source des pratiques générant cette consommation énergétique croît du fait de la généralisation du cloud et du mirroring.

Ainsi, la responsabilisation autour de la consommation énergétique engendrée par ces pratiques IT ne repose pas uniquement sur la conscience de l'impact local de celle-ci mais aussi sur la conscience des externalités de celles-ci à un niveau global, à l'égard par exemple de la responsabilisation entourant d'autres questions marquées par la prise en compte d'impacts non localement situés, telle l'analyse du cycle de vie.

Quantification et estimation de la consommation énergétique découlant des pratiques IT

L'estimation de la consommation énergétique découlant des pratiques IT évolue dans le cadre global de la consommation générale engendrée par l'ensemble, plus vaste, des technologies de l'information et de la communication (TIC). Précisons d'abord l'estimation générale de la consommation globale due aux TIC puis détaillons les estimations des différentes sources de sollicitation énergétique au sein des pratiques IT.

Estimation générale de la consommation électrique totale due aux TIC

La quantification de la consommation électrique globale engendrée par les TIC est un cadre indispensable pour appréhender l'évolution globale dans laquelle s'inscrit la sollicitation énergétique engendrée par les pratiques IT.

Au niveau absolu, la consommation électrique liée à l'utilisation de l'écosystème global des TIC atteindrait les 1.500 TWh par an, ce qui est l'équivalent de la consommation combinée du Japon et de l'Allemagne et autant que la totalité de l'électricité utilisée dans le monde en 1985 pour l'éclairage⁽²⁾.

Sur la base des données d'analyse de la Global e-Sustainability Initiative qui rassemble parmi les plus importantes entreprises mondiales spécialisées dans les TIC, la consommation électrique des infrastructures de l'internet (data-

(2) Mill, M., The cloud begins with coal. Big data, big networks, big infrastructure, and big power. An overview of the electricity consumed by the global digital ecosystem, Digital Power Group, 2013.

centers, netwerken, enz.) in 2005 gestegen met 0,8 % van de wereldconsumptie in 2005 tot meer dan 2 % in 2012, evenveel als de burgerluchtvaart⁽³⁾.

Volgens bepaalde berekeningen van onderzoekers van de universiteit van Dresden, zou het energieverbruik van het internet, in een constant scenario zonder maatregelen voor energiebeheersing en rekening houdend met de groeitendenzen van het internetverkeer en het stijgende aantal smartphonegebruikers, over ongeveer 25 jaar even groot zijn als het volledige energieverbruik van de mens in 2008⁽⁴⁾.

Volgens de analyses van het IDC, wereldleider in de analyse van gegevens uit de ICT-sector, was het volume van gecreëerde en verbruikte gegevens in de digitale wereld (waaronder de video's die gedownload worden op het internet, de gegevens van ATM's (geldautomaten), de veiligheidsbeelden in luchthavens, de transponders die de heffingen registeren op de autosnelwegen met tol, de verspreiding van wereldgebeurtenissen, de films in HD op schermen thuis...) minder dan 5 zettabyte (10²¹ byte) per jaar in 2014. Het verdubbelt evenwel elk jaar en zou volgens de voorspellingen bijna 40 zettabyte per jaar kunnen bereiken in 2020⁽⁵⁾.

Wat de gegevensstroom op het internet betreft, zal volgens de Visual Networking Index van Cisco het jaarlijkse totale IP-verkeer de drempel van één zettabyte (10²¹ byte) overschrijden tegen eind 2016⁽⁶⁾ en die van twee zettabyte tegen 2019. Vanaf dan wordt voorspeld dat het IP-verkeer zal toenemen met 2 zettabyte per jaar⁽⁷⁾. Om het groeipercentage van het IP-verkeer te illustreren en een beeld te geven van wat dat betekent voor de servers, benadrukt Cisco eveneens dat het totale verkeer op het internet in 2019 zal overeenkomen met 66 keer het totale volume van het net in 2005⁽⁸⁾.

Binnen de gegevensstroom, bedraagt alleen al het aantal e-mails die dagelijks worden verstuurd tussen bedrijven en klanten volgens de ramingen van Radicati Group

centers, réseaux, etc.) est passée de 0,8 % de la consommation mondiale en 2005, à plus de 2 % en 2012, soit autant que l'aviation civile⁽³⁾.

Suivant certains calculs opérés par des chercheurs de l'Université de Dresde, à scénario constant sans mesures de maîtrise énergétique et compte tenu des tendances de croissance du trafic Internet et des souscription par utilisateurs de smartphones, dans environ 25 ans Internet consommera autant que la totalité de la consommation d'énergie de l'humanité en 2008⁽⁴⁾.

Suivant les analyses d'IDC, leader mondial dans l'analyse de données du secteur des TIC, le volume de données créées et consommées dans l'univers digital (qui regroupe les vidéos téléchargées sur le web, les données traitées dans les ATM (guichets automatiques bancaires), les images de sécurité prises dans les aéroports, les transpondeurs enregistrant les taxes sur les autoroutes à péages, la diffusion d'événements planétaires, les films en HD sur écrans domestiques...) était inférieur à 5 zettabytes (10²¹ bytes) par an en 2014. Il double chaque année et pourrait atteindre selon les projections près de 40 zettabytes par an en 2020⁽⁵⁾.

Pour ce qui est du flux de données traitées sur internet, suivant le Visual Networking Index de Cisco, le trafic IP annuel global dépassera le seuil du zettabyte (10²¹ bytes) pour la fin 2016⁽⁶⁾ et celui de deux zettabytes pour 2019. À partir de cette date-là, il est prévu une croissance du trafic IP de 2 zettabytes par an⁽⁷⁾. Pour illustrer le taux de croissance du trafic IP et se figurer la charge que cela représente sur les serveurs, Cisco souligne également que le trafic global sur Internet en 2019 sera l'équivalent de 66 fois le volume global du net en 2005⁽⁸⁾.

Au sein des flux de données, la quantité d'e-mails échangés par jour uniquement dans les relations d'entreprises à consommateurs atteint, selon les estimations de

(3) Green Code Lab, Web Energy Archive (WEA) Constituer une base de référence internationale de l'évolution de la consommation électrique des sites Web, Rapport final, 20 décembre 2013.

(4) Fettweis, G., Zimmerman, E., ICT Energy Consumption – Trends and challenges, The 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), 2008.

(5) International Data Corporation – EMC Digital Universe Study, Executive Summary : Data Growth, Business Opportunities, and the IT Imperatives, 2014.

(6) Cisco, Visual Networking Index – The Zettabytes Era : Trends and Analysis, May 2015.

(7) *Ibidem*.

(8) *Ibidem*.

(3) Green Code Lab, Web Energy Archive (WEA) Constituer une base de référence internationale de l'évolution de la consommation électrique des sites Web, Rapport final, 20 décembre 2013.

(4) Fettweis, G., Zimmerman, E., ICT Energy Consumption – Trends and challenges, The 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications (WPMC), 2008.

(5) International Data Corporation – EMC Digital Universe Study, Executive Summary : Data Growth, Business Opportunities, and the IT Imperatives, 2014.

(6) Cisco, Visual Networking Index – The Zettabytes Era : Trends and Analysis, May 2015.

(7) *Ibidem*.

(8) *Ibidem*.

215,3 miljard e-mails voor het jaar 2016 en wordt de jaarlijkse groei geraamd op 4,6 % voor de komende vier jaar⁽⁹⁾.

De ramingen van de exponentiële groei van het internetverkeer maken het mogelijk zich een beeld te vormen van de belasting voor de fysieke infrastructuren die al die verrichtingen behandelen en van de energie die zij hebben verbruikt. Meer dan 20 jaar geleden, in 1992, nam het internet ongeveer 100 GB verkeer per dag voor zijn rekening; 10 jaar later, was de belasting opgelopen tot 100 gigabyte per seconde (GBps) en in 2014 loopt het verkeer op tot 16.144 gigabyte per seconde⁽¹⁰⁾.

De toename van het elektriciteitsverbruik door ICT zou, volgens het Franse agentschap voor het leefmilieu en de energiebeheersing⁽¹¹⁾, ongeveer rond 10 % per jaar bedragen over de afgelopen 10 jaar. Er zou 10 % jaarlijkse groei zijn voor de periode 2007-2011, volgens het grondig onderzoek van het Departement Informatietechnologie van de Universiteit van Gent⁽¹²⁾. Volgens een aanvullend onderzoek van hetzelfde onderzoeksteam voor de periode 2007-2012, zou het gecombineerde elektriciteitsverbruik van de communicatienetwerken, computers en datacenters ongeveer om de 10 jaar verdubbelen.

In het algemeen wordt op wereldvlak het verbruik van 3 miljard computers geraamd op iets meer dan 1 % van het totale energieverbruik van de planeet⁽¹³⁾. Dat verbruik stijgt met 5 % per jaar, terwijl het verbruik van de datacenters met 4 % per jaar⁽¹⁴⁾ zou stijgen.

Raming van de energievraag als gevolg van IT-activiteiten

- a) Raming van het verbruik van de servers en datacenters

(9) The Radicati Group, Inc., Email Statistic Report, 2016-2020, executive summary.

(10) Cisco, Visual Networking Index – The Zettabytes Era: Trends and Analysis, May 2015.

(11) Agence de la maîtrise de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Nouvelles technologies, nouveaux usagers: les TIC, quels impacts? Juillet 2011, p.3.

(12) Lambert, S., Van Heddeghem, W., Vereecken, W., Lannoo, B., Colle, D., Pickavet, M., Worldwide electricity consumption of communication networks in Optics express, 20(26), 2012, B513-B524.

(13) Stauffer, N.W., Energy-efficient computing. Enabling smaller, lighter, faster computers. MIT Energy Initiative, June 20, 2013.

(14) Lambert, S., Van Heddeghem, W., Vereecken, W., Lannoo, B., Colle, D., Pickavet, M., Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012 in Computer Communications, 2014, vol. 50, p. 64-76.

Radicati Group, 215,3 milliards d'e-mails pour l'année 2016, avec une estimation de croissance annuelle de 4,6 % pour les quatre prochaines années⁽⁹⁾.

Les estimations de la croissance exponentielle du trafic Internet permettent d'imaginer la charge sur les infrastructures physiques traitant les opérations et sur la sollicitation énergétique qu'ont connue celles-ci. Il y a plus de 20 ans, en 1992, la totalité des réseaux internet supportait approximativement 100 GB de trafic par jour, 10 ans plus tard la charge avait atteint 100 gigabytes par secondes (GBps), en 2014 le trafic atteint jusqu'à 16.144 gigabytes par secondes⁽¹⁰⁾.

Au niveau de la croissance de la consommation électrique associée aux TIC, celle-ci tournerait aux alentours de 10 % par an environ sur les 10 dernières années, suivant l'Agence française de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie⁽¹¹⁾, et 10 % de croissance annuelle sur l'intervalle 2007-2011, suivant l'étude approfondie menée par le Département des technologies de l'information de l'Université de Gand⁽¹²⁾. Suivant une étude complémentaire faite par la même équipe de chercheurs, et portant sur la période 2007-2012, la consommation d'électricité combinée des réseaux de communications, ordinateurs et data centers doublerait environ tous les 10 ans.

De façon générale, au niveau des hardwares, il est estimé qu'au niveau mondial, 3 milliards d'ordinateurs consomment un peu plus d'1 % de la totalité de l'énergie consommée sur la planète⁽¹³⁾, cette consommation augmentant de 5 % par an là où celle des data centers augmenterait de 4 % par an⁽¹⁴⁾.

Estimation de la sollicitation énergétique engendrée par les pratiques IT

- a) Estimation de la consommation au niveau des serveurs et data centers

(9) The Radicati Group, Inc., Email Statistic Report, 2016-2020, executive summary.

(10) CISCO, Visual Networking Index – The Zettabytes Era: Trends and Analysis, May 2015.

(11) Agence de la maîtrise de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Nouvelles technologies, nouveaux usagers: les TIC, quels impacts? Juillet 2011, p.3.

(12) Lambert, S., Van Heddeghem, W., Vereecken, W., Lannoo, B., Colle, D., Pickavet, M., Worldwide electricity consumption of communication networks in Optics express, 20(26), 2012, B513-B524.

(13) Stauffer, N.W., Energy-efficient computing. Enabling smaller, lighter, faster computers, MIT Energy Initiative, June 20, 2013.

(14) Lambert, S., Van Heddeghem, W., Vereecken, W., Lannoo, B., Colle, D., Pickavet, M., Trends in worldwide ICT electricity consumption from 2007 to 2012 in Computer Communications, 2014, vol. 50, p. 64-76.

Zoals aangetoond wordt in een analyse van Kingston Technologies op basis van de onderzoeken van het Energy Analysis Department van het Berkeley National Laboratory, zijn de servers meestal de grootste energievreters als gevolg van hun groter verwerkingsvermogen dan dat van de desktops of laptops⁽¹⁵⁾.

Abstractie gemaakt van de technologische evolutie die het elektriciteitsverbruik van de infrastructuur zelf mogelijk zal verminderen, net als het verbruik van de hulpinfrastructuur en de afkoelingsinfrastructuur, rijst de vraag welke vaststellingen men nog kan doen.

Los van de verschillen tussen categorieën datacenters, ligt het gemiddelde verbruik per square foot (0,092 m²) van een datacenter 100 tot 200 keer hoger dan het verbruik per square foot van een groot modern kantoorgebouw⁽¹⁶⁾. In verhouding, vraagt een kleine duizend square foot aan data-lokale van een datacenter meer elektriciteit dan duizend square foot van een groot winkelcentrum⁽¹⁷⁾.

Om de uitbreidbaarheid van de IT-activiteiten te kunnen verzekeren, is meer opslagcapaciteit en rekenvermogen van de servers onontbeerlijk, wat meer capaciteit van de datacenters en nieuwe infrastructuur vereist. In sommige landen, zoals de Verenigde Staten, is er de jongste jaren een relatieve vermindering van de toename per eenheid van de infrastructuur, maar daartegenover staat de groei in omvang en capaciteit van die infrastructuur⁽¹⁸⁾.

Uit de stand van zaken blijkt echter het exponentiële karakter van de groei van het elektrisch verbruik als gevolg van de werking van de servers zoals aangetoond wordt in opeenvolgende onderzoeken sinds het begin van de jaren 2000 (Kawamoto et al., 2001 en 2002 ; Mitchell-Jackson et al., 2002 en 2003). Een en ander werd vervolgens voort-

Comme le note une analyse de Kingston Technologies sur la base des analyses faites par le Energy Analysis Department du Berkeley National Laboratory, les serveurs sont généralement les plateformes les plus gourmandes en énergie du fait de leur puissance de traitement supérieure à celle des ordinateurs de bureau ou portables⁽¹⁵⁾.

En faisant abstraction des évolutions technologiques qui permettraient potentiellement de diminuer la charge de consommation électrique de l'infrastructure même et des infrastructures auxiliaires et de refroidissement, que peut-on observer ?

Indépendamment des différences entre catégories de data centers, La consommation moyenne d'un *square foot* (0,092 m²) d'une installation de data center est 100 à 200 fois supérieures à celle d'un *square foot* d'un grand immeuble moderne de bureau⁽¹⁶⁾. À une échelle proportionnelle, un petit millier de *square foot* de chambres de données d'un data center sollicite plus d'électricité qu'un millier de *square foot* d'un grand shopping center⁽¹⁷⁾.

Pour assurer la scalabilité issue des pratiques IT, le développement des capacités de stockage et des puissances de calcul des serveurs est indispensable, ce qui implique une croissance des capacités des data centers et la création de nouvelles infrastructures. Si la tendance de ces dernières années est marquée, dans certains pays comme les États-Unis, par une relative baisse de la croissance unitaire des infrastructures, cela est contrebalancé par la croissance en taille et en capacité de ces dernières⁽¹⁸⁾.

Or, l'état de l'art met en lumière le caractère exponentiel de la croissance de consommation électrique engendrée par le fonctionnement des serveurs comme en témoignent les études successives initiées depuis le début des années 2000 (Kawamoto et al., 2001 et 2002 ; Mitchell-Jackson

(15) Kingston Technology, Best practices server: power benchmark, 2013 ; Kawamoto, K., Koomey, J.g., Nordman, B., Brown, R.e., Piette, M.a., Ting, M., Meier, A.K., Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the U.S. : Detailed Report and Appendices, Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, October 2000.

(16) Mill, M., The cloud begins with coal. Big data, big networks, big infrastructure, and big power. An overview of the electricity consumed by the global digital ecosystem, Digital Power Group, 2013.

(17) *Ibidem*.

(18) Eddy, N., Datacenters grow in size, decline in number : IDC (based on IDC U.S Datacenter 2012-2016), EWeek, 2012.

(15) Kingston Technology, Best practices server: power benchmark, 2013 ; Kawamoto, K., Koomey, J.g., Nordman, B., Brown, R.e., Piette, M.a., Ting, M., Meier, A.K., Electricity Used by Office Equipment and Network Equipment in the U.S. : Detailed Report and Appendices, Energy Analysis Department Environmental Energy Technologies Division Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California, October 2000.

(16) Mill, M., The cloud begins with coal. Big data, big networks, big infrastructure, and big power. An overview of the electricity consumed by the global digital ecosystem, Digital Power Group, 2013.

(17) *Ibidem*.

(18) Eddy, N., Datacenters grow in size, decline in number : IDC (based on IDC U.S Datacenter 2012-2016), EWeek, 2012.

gezet door Roth, Goldstein en Kleinmann (2002); Ton en Fortenberry (2005) en vervolgens Koomey (2007 en 2008)⁽¹⁹⁾.

Volgens de twee grondige studies van professor Koomey van het Lawrence Berkeley National Laboratory tussen 2000 en 2005 is het geaggregeerde gebruik van elektriciteit voor servers verdubbeld, zowel in de Verenigde Staten als op wereldvlak⁽²⁰⁾ en tussen 2005 en 2010 is de groei blijven toenemen tot 56 % op wereldvlak⁽²¹⁾. Ook al bleek het scenario minder uitgesproken dan verwacht, toch werd die tendens ook onderstreept door het Environmental Protection Agency, in zijn uitgebreid verslag over de energie-efficiëntie van de servers⁽²²⁾ aan het Congres.

Volgens het door de Europese Commissie bestelde verslag van 2008 over de energie-efficiëntie van de ICT⁽²³⁾, is het aandeel van servers en datacenters in het jaarlijkse elektriciteitsverbruik voor de IT-activiteiten tussen 2005 en 2020 niet enkel één van de grootste, maar ook één die het sterkst toeneemt. Het verbruik is op 15 jaar tijd verdubbeld en bereikt bijna 100 TWh/j in 2020, in een scenario waarbij alle elementen onveranderd zouden blijven. Er wordt op gewezen dat in een « ecologisch » scenario, dat gebaseerd zou zijn op een voluntaristisch beleid inzake energiebesparingen voor IT-activiteiten, de tendens dezelfde zou zijn⁽²⁴⁾.

Op de schaal van een land zoals de Verenigde Staten, kan men zich de omvang van de energievraag van de datacenters inbeelden, vooral de omvang van de groei vergeleken met een equivalent energieverbruik. Op basis van de gegevens van het US Census Bureau en het Department of Energy, was het elektrisch verbruik van servers en datacenters in Amerika op zich al gelijk aan het elektrisch verbruik van 5,8 miljoen Amerikaanse gezinnen.

(19) Ton, M., Fortenberry, Server Power Supplies. Berkeley CA : Report to Lawrence Berkeley National Laboratory by Ecos Consulting and EPRI Solutions, December 2005; Roth, K., Goldenstein, F., Kleinman, J., Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings – Volume I: Energy Consumption Baseline. Washington, DC: Prepared by Arthur D. Little for the U.S. Department of Energy. A.D. Little Reference no. 72895-00., January 2002; Mitchell-Jackson, J., Koomey, J.G., Estimating total power consumption by servers in the U.S. And the World, Final report, February 15, 2007.

(20) Koomey, J.G., Estimating total power consumption by servers in the US. And the World, Final report, February 15, 2007.

(21) Koomey, J.G., Growth in data center electricity use 2005 to 2010, A report by Analytics Press, completed at the request of The New York Times, August 2011.

(22) United States Environmental Protection Agency, Report to Congress on Server and Data Center Efficiency Public Law, 109-431, August 2, 2007, p.25.

(23) European commission DG INFSO, Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency – Final report by Bio Intelligence Service S.A.S., [Tender No. CPP 16A-2007 / 2007/S 68-082361] September 2008, pp. 13-15.

(24) *Ibidem*.

et al., 2002 et 2003) et poursuivies ensuite par Roth, Goldstein et Kleinmann (2002); Ton et Fortenberry (2005) puis Koomey (2007 et 2008)⁽¹⁹⁾.

Ainsi, suivant les deux études approfondies du professeur Koomey du Lawrence Berkeley National Laboratory, entre 2000 et 2005, l'usage agrégé d'électricité à destination des serveurs a doublé tant aux États-Unis qu'au niveau mondial⁽²⁰⁾ et entre 2005 et 2010 la croissance avait continué sa course en atteignant 56 % au niveau mondial⁽²¹⁾. Même si le scénario s'est avéré moins prononcé que prévu, cette tendance avait également été soulignée par l'Environmental Protection Agency dans son vaste rapport au Congrès sur l'efficacité énergétique des serveurs⁽²²⁾.

Suivant le rapport de 2008 commandé par la commission européenne sur l'efficacité énergétique des TIC⁽²³⁾, la part des serveurs et data centers dans la consommation annuelle d'électricité des ressources IT, entre 2005 et 2020, est non seulement une des plus importantes mais également celle qui connaît une des plus fortes croissances, doublant en 15 ans et atteignant près de 100 TWh/a en 2020 dans un scénario où toutes les éléments resteraient égaux par ailleurs. Il est à noter que dans le cas d'un scénario « éco » qui serait basé sur des politiques volontaristes en matière d'économie d'énergie des ressources IT, la tendance serait la même⁽²⁴⁾.

À l'échelle d'un pays comme les États-Unis, on peut se représenter l'importance de la sollicitation énergétique des data centers et surtout l'importance de la croissance que cela représente par des équivalences de consommation énergétique. Ainsi, en 2005, sur la base des données du US Census Bureau et du Department of Energy, la seule consommation électrique des serveurs et datacenters américains était déjà équivalente à la consommation élec-

(19) Ton, M., Fortenberry, Server Power Supplies. Berkeley CA : Report to Lawrence Berkeley National Laboratory by Ecos Consulting and EPRI Solutions, December 2005; ROTH, K., Goldenstein F., Kleinman, J., Energy Consumption by Office and Telecommunications Equipment in Commercial Buildings–Volume I : Energy Consumption Baseline. Washington, DC : Prepared by Arthur D. Little for the U.S. Department of Energy. A.D. Little Reference no. 72895-00., January 2002; Mitchell-Jackson, J., Koomey, J., blazek, M., Nordman, B., National and Regional Implications of Internet Data Center Growth in Resources, Conservation, and Recycling (also LBNL-50534). vol. 36, no. 3., October. pp. 175-185.

(20) Koomey, J.G., Estimating total power consumption by servers in the US. And the World, Final report, February 15, 2007

(21) Koomey, J.G., Growth in data center electricity use 2005 to 2010, A report by Analytics Press, completed at the request of The New York Times August 2011.

(22) United States Environmental Protection Agency, Report to Congress on Server and Data Center Efficiency Public Law, 109-431, August 2, 2007, p.25.

(23) European commission DG INFSO, Impacts of Information and Communication Technologies on Energy Efficiency – Final report by Bio Intelligence Service S.A.S., [Tender No. CPP 16A-2007 / 2007/S 68-082361] September 2008, pp.13-15.

(24) *Ibidem*.

Het verbruik was even groot als het totale elektriciteitsverbruik van alle fabrikanten van vervoersmiddelen over de weg, in de lucht en over zee van het land⁽²⁵⁾. Vijf jaar later, wordt het verbruik van de 3 miljoen datacenters (alle categorieën samen) op het Amerikaanse grondgebied even groot geraamd als het verbruik van 34 koolcentrales, met andere woorden men kan alle gezinnen van de stad New York voor twee jaar⁽²⁶⁾ daarmee bevoorraden. Wat de koolstofvoetafdruk betreft, heeft Mike Berners-Lee van de Lancaster University, een van de internationale deskundigen op het vlak van de evaluatie van de koolstofafdruk, de ecologische voetafdruk van de datacenters geraamd op 130 miljoen ton CO₂ voor 2010 met een verwachting van 250 tot 300 miljoen ton CO₂ voor 2020⁽²⁷⁾, ondanks de inspanningen van de exploitanten en de eigenaars, met name in het kader van het Climate Savers Computing Initiative en het Green Grid op internationaal vlak, en van de Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency van de Europese Commissie⁽²⁸⁾ op Europees vlak.

b) Beheer van e-mails en spam

Het verzenden van een email is het resultaat van een ketting van operaties in een circuit dat indirecter is dan de verzender denkt⁽²⁹⁾. In het algemeen, wordt de mail eerst via een lokale lus naar het netwerk verzonden. Vervolgens wordt de mail ontvangen, verwerkt en opgeslagen door het datacenter of de provider van de verzender van de mail, daarna doorgezonden, ontvangen, verwerkt en opgeslagen in het datacenter van de provider van de bestemming. Pas daarna wordt de mail naar de bestemming verzonden.

Volgens het ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), dat de klimaatimpact – en dus de energie-impact van het verzenden van een mail geëvalueerd heeft op basis van een referentiescenario⁽³⁰⁾, stijgt die impact aanzienlijk met de grootte van de bijlagen, het aantal bestemmingen en de tijd van de opslag ervan op een server.

(25) United States Environmental Protection Agency, Report to Congress on Server and Data Center Efficiency Public Law, 109-431, August 2, 2007, p. 25.

(26) Natural Resources Defence Council – Anthesis, Data Center Efficiency Assessment. Scaling Up Energy Efficiency Across the Data center Industry : Evaluating Key Drivers and Barriers, 2014.

(27) Berners-Lee, M., The Carbon Constraint Opportunity, Lancaster University – Small World Consulting Ltd., 2015.

(28) EU commission, Joint Research Centre, Institute For Energy, Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency, The Best Practises document – Version 7.1.2, 2016.

(29) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Internet, courriels, réduire les impacts, februari 2014.

(30) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – bio intelligence service, Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique. Volet courrier électronique : Synthèse, juli 2011.

trique de 5,8 millions de foyers américains et représentait autant que la totalité d'électricité utilisée par l'ensemble des fabricants de véhicules de transports routier, aérien et maritime du pays⁽²⁵⁾. Cinq ans plus tard, on estime que la consommation des 3 millions de data centers (toutes catégories confondues) situés sur le sol américain équivaut à celle de 34 centrales à charbon, soit de quoi alimenter la totalité des foyers de la ville de New York pour deux ans⁽²⁶⁾. En termes d'empreinte carbone, Mike Berners-Lee, de la Lancaster University, l'un des experts internationaux en matière d'évaluation de l'empreinte carbone, a évalué l'empreinte écologique des data centers à 130 millions de tonnes de CO₂ pour 2010 avec un scénario prédictif de 250 à 300 millions de tonnes de CO₂ pour 2020⁽²⁷⁾, malgré les efforts entrepris par les exploitants et propriétaires, notamment dans le cadre du Climate Savers Computing Initiative et du Green Grid au niveau international, et du Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency de la commission européenne⁽²⁸⁾ au niveau européen.

b) Gestion de la messagerie électronique et des spams

La transmission d'un e-mail est le fruit d'une chaîne d'opération suivant un circuit bien plus indirect que ce que ne laisse supposer la démarche dans la perception de celui qui envoie un e-mail⁽²⁹⁾. Globalement, le mail est d'abord transmis via boucle locale au réseau puis réceptionné, traité et stocké par le data center du fournisseur d'accès de l'auteur du mail, puis transmis, réceptionné, traité et stocké au data center du fournisseur d'accès du correspondant, avant d'être transmis au correspondant.

Suivant l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), qui a évalué l'impact climatique – et donc énergétique – de l'envoi d'un courriel sur la base d'un scénario de référence⁽³⁰⁾, cet impact augmente sensiblement avec le poids des pièces jointes, le nombre de destinataires et le temps de stockage sur un serveur.

(25) United States Environmental Protection Agency, Report to Congress on Server and Data Center Efficiency Public Law, 109-431, August 2, 2007, p.25.

(26) Natural Resources Defence Council – Anthesis, Data Center Efficiency Assessment. Scaling Up Energy Efficiency Across the Data center Industry : Evaluating Key Drivers and Barriers, 2014.

(27) Berners-Lee, M., The Carbon Constraint Opportunity, Lancaster University – Small World Consulting Ltd., 2015.

(28) EU commission, Joint Research Centre, Institute For Energy, Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency, The Best Practices document – Version 7.1.2, 2016.

(29) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Internet, courriels, réduire les impacts. février 2014.

(30) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – bio intelligence service, Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique. Volet courrier électronique : Synthèse, Juillet 2011.

Volgens de studie van McAfee (voortaan Intel Security), een van de historische wereldleiders op het vlak van informaticabescherming, bedraagt het energieverbruik als gevolg van een uitwisseling van mails voor een bedrijf van gemiddelde grootte ongeveer 50.000 kWh⁽³¹⁾. Voor een Brussels gezin, bedraagt het jaarlijks verbruik ongeveer 2.812 kWh, volgens de analyses van SIBELGA⁽³²⁾.

Wat betreft de koolstofvoetafdruk, zijn er enkele ramingen gemaakt, zowel door het ADEME⁽³³⁾ als door Mike Berners-Lee van de Lancaster University. Op basis van die ramingen, zou een doorsneejaar voor de verwerking van mails (verzenden, ontvangen, filteren en lezen) voor een bedrijf een koolstofvoetafdruk van 135 kg opleveren, dat is het equivalent van een reis van 200 miles (321 km)⁽³⁴⁾; 10 % minder mails naar de hiërarchische meerdere en één van zijn collega's binnen een bedrijf van 100 personen, zou een winst van ongeveer 1 ton CO₂ equivalent per jaar opleveren (of ongeveer 1 heen- en terugreis Parijs/New York)⁽³⁵⁾. Het aantal bestemmingen van e-mails vertienvoudigen verviervoudigt de uitstoot van broeikasgassen, terwijl één bestemming minder een winst van 6 g CO₂ equivalent oplevert, dat is 44 kg per jaar en per personeelslid⁽³⁶⁾. Bovendien stijgt die winst natuurlijk met de omvang van de mails : voor mails van 10 Mo en niet meer 1 Mo, gaat het om 8 ton CO₂ equivalent dat bespaard wordt.

Volgens het ADEME, is de impact van de opslag van e-mails en bijlagen op een server ook een belangrijke factor : hoe langer de mail op een server bewaard wordt, hoe meer die een negatieve impact heeft op de klimaatverandering⁽³⁷⁾.

Een ander belangrijk punt is de elektronische vervuiling in de elektronische berichten, de zogenaamde spams, met inbegrip van de graymail (nieuwsbrieven en ongevraagde berichten). Volgens de studie van McAfee (voortaan Intel Security)⁽³⁸⁾, een van de historische wereldleiders op het vlak van informaticabescherming, is de gemiddelde gebruiker van professionele mailsystemen

(31) McAfee – ICF, The Carbon Footprint of Email Spam Report, 2009.

(32) Sibelga, Energiegids.be, Wat is het verbruik van mijn huishoudtoestellen ?

(33) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, internet, courriels, réduire les impacts, februari 2014, pp. 10-11.

(34) Berners-Lee, M., How bad are bananas ? The carbon footprint of everything, Profile Books Ltd., 2010.

(35) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, analyses de cycles de vies des technologies de l'information et de la Communication. Courriers électroniques, requêtes Web, clé USB : quels impacts environnementaux ? – Persbericht, 7 juli 2011.

(36) *Ibidem*.

(37) *Ibidem*.

(38) McAfee – ICF, The Carbon Footprint of Email Spam Report, 2009.

Suivant l'étude réalisée par McAfee (désormais Intel Security), l'un des leaders mondiaux historiques de la protection informatique, la consommation d'énergie résultant d'un échange de mails pour une entreprise de taille moyenne est d'environ 50.000 kWh⁽³¹⁾. Pour se représenter l'ampleur de ce que cela représente, la consommation annuelle d'un ménage bruxellois tourne aux environs de 2.812 kWh suivant les analyses de SIBELGA⁽³²⁾.

En termes d'empreinte carbone, diverses estimations ont pu être faites, tant par l'ADEME⁽³³⁾ que par Mike Berners-Lee, de la Lancaster University. Suivant ces estimations, une année type de traitement de mails (envoi, réception, filtrage et lecture) pour une entreprise générerait une empreinte carbone de 135 kg, soit l'équivalent d'un trajet de 200 miles (321 km)⁽³⁴⁾. Réduire de 10 % l'envoi de courriels incluant systématiquement son responsable et un de ses collègues au sein d'une entreprise de 100 personnes permet un gain d'environ 1 tonne équivalent CO₂ sur l'année (soit environ 1 aller-retour Paris/New-York)⁽³⁵⁾. Décupler le nombre de destinataires des e-mails multiplie par 4 les émissions de gaz à effet de serre tandis que soustraire un destinataire permet de gagner 6 g équivalent CO₂, soit 44 kg par an et par employé⁽³⁶⁾. De plus, il faut noter que ce gain augmente évidemment avec la taille des courriels : pour des mails de 10 Mo et non plus 1 Mo, ce sont 8 tonnes d'équivalent CO₂ qui sont économisées.

Par ailleurs, comme le note l'ADEME, l'impact du stockage des e-mails et des pièces jointes associées sur un serveur est un enjeu important : plus le courriel est conservé longtemps sur un serveur, plus il a un impact négatif sur le potentiel de changement climatique⁽³⁷⁾.

Un autre point majeur concerne la pollution électronique au sein des messageries électroniques : les spams, en ce compris les graymail (newsletters et notifications non sollicitées). Suivant l'étude réalisée par McAfee (désormais Intel Security)⁽³⁸⁾, l'un des leaders mondiaux historiques de la protection informatique, l'utilisateur de messagerie professionnelle moyen est responsable de l'émission

(31) McAfee – ICF, The Carbon Footprint of Email Spam Report, 2009.

(32) Sibelga, Energieguide.be, Combien les appareils électroniques consomment-ils ?

(33) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, internet, courriels, réduire les impacts. février 2014, pp.10-11.

(34) Berners-Lee, M., How bad are bananas ? the carbon footprint of everything, Profile Books Ltd., 2010.

(35) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, analyses de cycles de vies des technologies de l'information et de la Communication. Courriers électroniques, requêtes Web, clé USB : quels impacts environnementaux ? – Communiqué de presse, 7 juillet 2011.

(36) *Ibidem*.

(37) *Ibidem*.

(38) McAfee – ICF, The Carbon Footprint of Email Spam Report, 2009.

verantwoordelijk voor de uitstoot van 131 kg CO₂ per jaar, waarvan 22 % het gevolg is van spam. Op het vlak van het percentage van de uitstoot van broeikasgassen als gevolg van elk aspect van het energieverbruik voor spam, blijkt dat het tonen en het verwijderen van spam door de gebruikers voor grootste energieverbruik zorgt, met bijna 18 miljard kWh, dat is 52 % van het totale energieverbruik voor spam. Volgens de ramingen van de Radicati Group, zou het aandeel van spam op het totaal van de ontvangen e-mails de komende jaren niet verminderen en rond 15 % blijven schommelen, ondanks de inspanningen op technologisch vlak tegen spam⁽³⁹⁾.

Het is noodzakelijk om de cumulatieve impact van spam op het vlak van broeikasgassen te evalueren: een spam wordt geraamd op 0,3 gram CO₂, dat is het equivalent van één meter afgelegd met de wagen, maar het jaarlijkse volume van spam staat gelijk met een traject van 1,6 miljoen keer de omtrek van de aarde⁽⁴⁰⁾.

De jaarlijkse energie die vereist is voor het maken, verzenden, ontvangen, opslaan en raadplegen van spam bedraagt meer dan 33 miljard kWh, wat overeenstemt met ongeveer 4 gigawatt geproduceerde basisenergie. Dat is het equivalent van de elektriciteit die verbruikt wordt door 2,4 miljoen Amerikaanse gezinnen, en dat stemt overeen met dezelfde hoeveelheid uitstoot van broeikasgassen door 3,1 miljoen voertuigen die 2 miljard gallon benzine verbruiken (7,5 miljard liter)⁽⁴¹⁾.

Als alle mailboxen daarentegen beschermd waren door een filter die volgens de regels van de kunst ontworpen is, zouden de organisaties (bedrijven of overheidsdiensten) en particulieren de door spam verbruikte energie met 75 % kunnen verminderen, i.e. 25 TWh per jaar, wat het equivalent zou zijn van 2,3 miljoen voertuigen minder op de wegen⁽⁴²⁾.

c) Raadplegen van websites

Naar het voorbeeld van de verzending van e-mails, is de ketting van de operaties voor het raadplegen van een website langer dan wat de gebruiker denkt. Het verzoek tot opening van een homepage wordt verzonden naar het data-center van de zoekrobot die de homepage naar de gebruiker verzendt. De gebruiker formuleert zijn zoekopdracht via sleutelwoorden, waarna de servers, op basis van de sleutelwoorden, de geïndexeerde data raadplegen en vervolgens een selectie maken. Daarna volgen een verwerking en een verzending van de pagina's met resultaten. De gebruiker

(39) The Radicati Group, Inc., Email Statistics Report, 2012-2016, executive summary.

(40) McAfee – ICF, The Carbon Footprint of Email Spam Report, 2009.

(41) *Ibidem*.

(42) *Ibidem*.

de 131 kg de CO₂ par an dont 22 % sont associés au spam. Au niveau du pourcentage des émissions de GES (gaz à effet de serre) associées à chaque aspect de la consommation d'énergie due au spam, il s'avère que l'affichage et la suppression du spam par les utilisateurs représentent le poste le plus important de la consommation d'énergie liée au spam, avec près de 18 milliards de kWh, soit 52 % de la consommation totale d'énergie liée au spam. Or, suivant les estimations de Radicati Group, la part de spams sur le total des e-mails reçus ne devrait pas baisser dans les prochaines années, restant aux alentours de 15 %, malgré les efforts en matière de technologies de protection anti-spam⁽³⁹⁾.

Il est nécessaire de réaliser l'impact cumulatif des spams en termes d'émissions de gaz à effet de serre: si un spam est évalué à 0,3 grammes de CO₂, soit l'équivalent d'un mètre parcouru en voiture, la multiplication par le volume annuel de spams est équivalente quant à elle à un trajet de 1,6 million de fois le tour de la planète⁽⁴⁰⁾.

L'énergie annuelle nécessaire à la création, l'envoi, la réception, le stockage et la consultation du spam s'élève à plus de 33 milliards de kWh, ce qui représente approximativement 4 gigawatts d'énergie de base générée. C'est l'équivalent de l'électricité consommée par 2,4 millions de foyers américains, et cela correspond à la même quantité d'émissions de gaz à effets de serre émises par 3,1 millions de véhicules consommant 2 milliards de gallons d'essence (7,5 milliards de litres)⁽⁴¹⁾.

À l'inverse, si toutes les boîtes mails étaient protégées par un filtre conçu dans les règles de l'art, les organisations (entreprises ou administrations publiques) et particuliers pourraient réduire l'énergie consommée par les spams de 75 % soit 25 TWh par an, ce qui serait équivalent à enlever 2,3 millions de véhicules des routes⁽⁴²⁾.

c) Requêtes web

À l'instar des envois de messages électroniques, la chaîne d'opérations que requiert une requête web est plus longue que ce que ne perçoit l'utilisateur. La demande d'ouverture de la page d'accueil est envoyée au data center du moteur de recherche qui transmet sa page d'accueil à l'utilisateur. Celui-ci formule sa requête web par saisie de mots clés, suite à quoi les serveurs consultent, sur la base des mots-clés saisis, les données indexées, puis opèrent une sélection, un traitement et une transmission de pages de résultats. L'utilisateur sélectionne le résultat qui l'intéresse

(39) The Radicati Group, Inc., Email Statistics Report, 2012-2016, executive summary.

(40) McAfee – ICF, The Carbon Footprint of Email Spam Report, 2009.

(41) *Ibidem*.

(42) *Ibidem*.

selecteert het resultaat dat hem interesseert en klikt op de link waarna de host van de gekozen site de informatie bezorgt die verbonden is aan de webpagina's in kwestie.

Het verbruik van elektriciteit voor de storage arrays die gebruikt worden voor de opslag van de door de zoekrobot geïndexeerde data heeft grote gevolgen⁽⁴³⁾. Volgens het ADEME, zou de koolstofvoetafdruk in een land zoals Frankrijk, met een gemiddelde van 949 internetopzoeken per jaar per surfer, voor 29 miljoen surfers, ongeveer 287.600 ton CO₂ equivalent⁽⁴⁴⁾ bedragen, dat is meer dan 1,5 miljoen km die met de wagen afgelegd worden. Voor de surfer zelf zorgt het opzoeken van informatie op het internet via een zoekrobot voor een voetafdruk van 9,9 kg CO₂ equivalent per jaar.

d) USB-downloads

Het gebruik van USB-sticks (flashgeheugen) voor het downloaden van documenten is algemeen ingeburgerd in het huidige kantoorwerk.

Het grootste energieverbruik komt van de productie van de USB-sticks⁽⁴⁵⁾. Los van de kwestie van de analyse van de levenscyclus, is het energieverbruik voor dat soort randapparatuur geringer dan dat voor de andere praktijken die wij hierboven beschreven hebben. De impact ervan is echter niet nul zoals die eenvoudige handeling zou kunnen doen denken. Wat elektrische stroom betreft, verbruikt een USB-stick verschillende milliampères (tussen 20 en 80 volgens de modellen en de operaties) tijdens het lezen, schrijven of ook bij niet-gebruik⁽⁴⁶⁾. Anderzijds neemt het verbruik van een laptop toe wanneer een USB-stick in een laptop wordt gestoken⁽⁴⁷⁾. De unitaire impact van die praktijk is minimaal, gelet op een exponentieel en veralgemeend gebruik van flashgeheugen om zware en complexe

et clique sur le lien ce qui amène l'hébergeur du site choisi à devoir transmettre les informations liées aux pages web concernées.

La consommation d'électricité des baies de stockage qui sont sollicitées pour le stockage des données indexées par le moteur de recherche engendre des impacts importants⁽⁴³⁾. Selon, l'ADEME, dans un pays comme la France, avec une moyenne de 949 recherches internet par an par Internaute pour 29 millions d'internautes, l'empreinte carbone s'élèverait à environ 287.600 tonnes équivalent CO₂⁽⁴⁴⁾, c'est à dire plus de 1,5 millions de km parcourus en voiture. Pour un internaute individuel, cette recherche d'information sur Internet via un moteur de recherche représenterait 9,9 kg équivalent CO₂ par an.

d) Téléchargements USB

Le recours aux clés USB (mémoire flash) pour le téléchargement de documents est une pratique omniprésente dans l'organisation du travail de bureau actuel.

La charge de consommation énergétique la plus importante provient de l'étape de production de la clé USB⁽⁴⁵⁾. Indépendamment de la question de l'analyse de son cycle de vie, la charge de consommation énergétique du recours à ce type de périphériques est plus marginale que celle des autres pratiques que nous avons décrites auparavant. Son impact n'est cependant pas nul, comme le laisserait suggérer la simplicité du geste. En termes de courant électrique, une clé USB consomme plusieurs milliampères (entre 20 et 80 selon les modèles et opérations), que ce soit lors des opérations de lecture, d'écriture ou en cas de non-utilisation⁽⁴⁶⁾. D'autre part, la consommation d'un laptop augmente lorsqu'une clé USB y est connectée⁽⁴⁷⁾. Si l'impact unitaire de cette pratique est minime, dans le contexte d'un recours

(43) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – bio intelligence service, Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique. Volet requête web : Synthèse, juli 2011, p. 13.

(44) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Analyses de Cycles de Vie des technologies de l'Information et de la Communication. Courriers électroniques, requêtes Web, clé USB : quels impacts environnementaux ? – Persbericht, 7 juli 2011.

(45) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – bio intelligence service, Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique. Volet clé USB : Synthèse, juli 2011, p. 9.

(46) O'Brien, C., Salyers, D.c., Striegel, A.D., Poellabauer, C., Power and performance characteristics of USB flash drives, proceedings of the IEEE 14th International Symposium on « A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks » (WoWMoM) (2008).

(47) Vassar College Physics Department, Power Consumption of Flash Drives Historical Introduction to Flash Drive Price Versus Memory Capacity, proceedings of the Lasers, Technology, & Teleportation course (PHYS-180) given by Professor Jenny Magnes, spring 2011.

(43) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – bio intelligence service, Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique. Volet requête web : Synthèse, juillet 2011, p.13.

(44) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Analyses de Cycles de Vie des technologies de l'Information et de la Communication. Courriers électroniques, requêtes Web, clé USB : quels impacts environnementaux ? – Communiqué de presse, 7 juillet 2011.

(45) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie – bio intelligence service, Analyse comparée des impacts environnementaux de la communication par voie électronique. Volet clé USB : Synthèse, juillet 2011, p.9.

(46) O'Brien, C., Salyers, D.c., Striegel, A.D., Poellabauer, C., Power and performance characteristics of USB flash drives, proceedings of the IEEE 14th International Symposium on « A World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks » (WoWMoM) (2008).

(47) Vassar College Physics Department, Power Consumption of Flash Drives Historical Introduction to Flash Drive Price Versus Memory Capacity, proceedings of the Lasers, Technology, & Teleportation course (PHYS-180) given by Professor Jenny Magnes, spring 2011.

bestanden te delen, maar het is niet overbodig om aandacht te schenken aan die praktijk.

Directe en indirecte kosten

De kosten van het energieverbruik als gevolg van IT-activiteiten kunnen direct en indirect zijn en moeten op een globaal en/of lokaal niveau bekeken worden.

Het eerste, globale niveau heeft betrekking op de gevallen waarbij er een geografisch onderscheid bestaat tussen de IT-activiteit die het datacenter activeert (opslag, mirroring of internetraadpleging) en de locatie van het datacenter en dus het elektriciteitsverbruik. Op dat eerste niveau, is de financiële last van het energieverbruik voor die IT-activiteiten enkel beoordeelbaar op basis van een identificatie van de internationale verdeling van de activiteiten tussen datacentra.

Het tweede, meer lokale niveau gaat over de gevallen waarbij de servers voor het virtualiseren van de opslag van de data en de werkposten gelokaliseerd zijn in dezelfde geografische zone als de gebruikers die handelingen uitvoeren.

In dat kader, worden de kosten gedragen door de eigenaars en de exploitanten van de servers en datacentra die de operaties verwerken. Dat impliceert dat de last van deze kostprijs lokaal kan zijn (indien het datacentrum dat de operatie verwerkt lokaal ingeplant is) of geëxternaliseerd kan worden op internationaal niveau (indien het datacentrum zich in een ander land bevindt).

Een andere factor speelt ook mee op het vlak van de totale kosten: de datacentra dekken gevarieerde exploitaties (multi-tenant, hyper-scale cloudcomputing (HSCC), datacentra van bedrijven, kleine serverzalen van kmo's) met zeer gevarieerde schalen van verbruik, niveaus van activiteiten en technologische en financiële capaciteiten voor het beheer van de energieimpact.

De aandelen van elk van die exploitatiecategorieën zijn zeer ongelijk in het totaal van de dataservers⁽⁴⁸⁾, en de groei van bepaalde categorieën is groter dan die van andere⁽⁴⁹⁾. De weerslag van de kosten voor het verbruik op territoriaal niveau hangt dus van verschillende factoren af.

(48) Natural Resources Defence Council – Anthesis, Data Center Efficiency Assessment. Scaling Up Energy Efficiency Across the Data center Industry: Evaluating Key Drivers and Barriers, 2014.

(49) Wat betreft de toename van het aantal multi-tenant data centers, zie: Freeland, D., Colocation and management hosting, focus investment banking, 2012.

exponentieel et global aux mémoires flash pour partager des fichiers lourds et complexes, une attention au recours à cette pratique n'est pas superflue.

Coûts directs et indirects

Les coûts de la consommation énergétique engendrée par les pratiques IT peuvent être directs et indirects et doivent s'envisager à un niveau global et/ou local.

Le premier niveau, global, traite des cas où il existe une différenciation géographique entre la pratique IT qui sollicite le data center (l'opération de stockage, le mirroring ou la requête web) et la localisation du data center et, donc, de la consommation d'électricité. Dans ce premier niveau, la charge financière de la consommation énergétique engendrée par ces pratiques IT ne peut être évaluée que sur la base d'une identification de la répartition internationale des sollicitations entre data centers.

Le deuxième niveau, plus local, englobe le cas où les serveurs traitant les opérations de virtualisation de stockage de données et des postes de travail sont localisés dans la même zone géographique que les utilisateurs recourant à ces opérations.

Dans ce cadre, les coûts sont soutenus par les propriétaires et exploitants des serveurs et data centers traitant ces opérations. Ce qui implique que la charge de ces coûts peut être locale (si le data center traitant l'opération est installé localement) ou externalisée à un niveau international (si le data center est installé dans un autre pays).

Un autre facteur intervient également au niveau des coûts globaux: les data centers recouvrent des exploitations variées (multi-tenant, hyper-scale cloud computing (HSCC), data centers d'entreprises, petites salles de serveurs de PME) avec des échelles de consommation, des niveaux de sollicitations et des capacités technologiques et financières de gestion des impacts énergétiques très variés.

Les parts de chacune de ces catégories d'exploitation sont inégales dans le total des data servers⁽⁴⁸⁾, et la croissance de certaines catégories est plus importante que d'autres⁽⁴⁹⁾. La répercussion des coûts de consommation au niveau territorial est donc variable à plus d'un titre.

(48) Natural Resources Defence Council – Anthesis, Data Center Efficiency Assessment. Scaling Up Energy Efficiency Across the Data center Industry: Evaluating Key Drivers and Barriers, 2014.

(49) Pour ce qui est de la croissance des multi-tenant data centers voir: Freeland, D., Colocation and management hosting, focus investment banking, 2012.

Op louter lokaal niveau en los van elke grondige analyse over de geografische locatie van de verwerking van virtuele data waarmee zij belast zijn, bevinden verschillende grote datacentra (7) zich buiten de grenzen van het Brussels Gewest (5 in Zaventem, 2 in Diegem) tegenover 1 op het grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, in Evere⁽⁵⁰⁾. De meeste van die datacentra zijn multi-tenant en zijn eigendom van exploitanten die gespecialiseerd zijn in de levering, via leasing, van oplossingen voor dataopslag en verwerking (Level 3, UnixSolutions, LCL, Interxion, Colt Services). Er bestaat evenwel ook een datacentrum van een grote operator (Verizon) aan de poorten van het Gewest. Men moet bij die nog de talrijke datacentra van bedrijven en overheidsdiensten op het Brussels grondgebied rekenen, alsook de serverzalen van kmo's en kleine organisaties.

Nog altijd op lokaal niveau en inzake de rechtstreekse repercussie van de kostprijs, is er een onmiddellijk gevolg ingeval de overheidsdiensten geïnvesteerd hebben in datacentra, met name via de participatie in bedrijven die specifiek opgericht zijn voor de ontwikkeling en het beheer van die infrastructuur.

Naast de directe kostprijs door de lokale last van de energiebehoeften, moet er ook een algemene energiestrategie aangenomen worden. Zodra de toenemende vraag naar elektriciteit voor de datacentra en de servers blijft stijgen als gevolg van de toenemende vraag vanuit de cloud en de verwerking van de raadplegingen, wordt het opportuun om erover na te denken dat zulks kan leiden tot het verrekenen van de kostprijs voor de eigenaars van die infrastructuur op de diensten die aangeboden worden aan de gebruikers van de cloud en de gevirtualiseerde werkposten, ongeacht of het nu gaat over bedrijven, overheidsdiensten of particulieren. We denken hier minder aan de lokale diensten dan wel aan de diensten die op een globale schaal gevraagd worden (opslag online en cloud die aangeboden worden aan het grote publiek).

Ten slotte, wat een raming van de kostprijs van het energieverbruik van de datacenters en de servers op globaal niveau betreft, kan bijvoorbeeld gewezen worden op het feit dat, volgens het referentieonderzoek van Koomey, de kosten voor de levering van elektriciteit voor de servers en de ermee gepaard gaande infrastructuur in 2005 geraamd werden op 7,2 miljard dollar op wereldniveau.⁽⁵¹⁾ Dat cijfer moet intussen gestegen zijn, gelet op de uitbreidbaarheid wegens de toename van de verrichtingen die verwerkt moeten worden door de servers op wereldvlak.

(50) Datacentermap Index, 2015.

(51) Koomey, J.G., Estimating total power consumption by servers in the US and the world, Final report, 15 februari 2007.

Ainsi, à un niveau purement local et indépendamment de toute analyse approfondie portant sur le rattachement géographique du traitement des données virtuelles dont ils ont la charge, plusieurs data centers d'importance (7) se trouvent au-delà des limites de la Région bruxelloise (5 à Zaventem, 2 à Diegem) et 1 sur le territoire de la Région de Bruxelles-Capitale à Evere⁽⁵⁰⁾. La plupart de ces data centers sont multi-tenant appartenant à des exploitants spécialisés dans la fourniture en leasing de solutions d'espace de stockage et de traitements de données (Level 3, Unix-Solutions, LCL, Interxion, Colt Services) mais il existe également un data center de grand opérateur (Verizon) aux portes de la Région. Cependant il faut ajouter à ceux-ci les très nombreux data centers d'entreprises et d'administrations situés sur le territoire bruxellois, ainsi que les salles de serveurs de PME et de petites organisations.

Toujours au niveau local, en ce qui concerne la répercussion directe des coûts, il y a un impact immédiat dans le cas où les autorités publiques ont investi dans des data centers, notamment par le biais de participations à des sociétés créées spécifiquement pour assurer le développement et la gestion de ces infrastructures.

Cependant, au-delà du coût direct engendré par la charge locale de la sollicitation énergétique, il faut adopter une optique de stratégie énergétique globale. Ainsi, dès lors que la demande d'électricité pour alimenter les data centers et serveurs ne fait qu'augmenter du fait du traitement des requêtes et de la demande croissante d'espace du cloud, il est opportun de réfléchir au fait que cela peut mener à terme à une répercussion des coûts soutenus par les propriétaires de ces infrastructures sur les services offerts aux utilisateurs du cloud et des postes de travail virtualisés, qu'il s'agisse des entreprises, des administrations publiques ou des particuliers. On pense ici moins aux services localisés qu'aux services sollicités à une échelle globale (services de stockage en ligne et cloud proposés au grand public).

Enfin, à titre d'exemple, pour ce qui est d'une estimation du coût de la sollicitation énergétique des data centers et des serveurs à un niveau global, on peut pointer le fait que suivant l'étude de référence de Koomey, les coûts de fourniture d'électricité pour les serveurs et leurs infrastructures associées étaient estimés en 2005 à 7,2 milliards de dollars à l'échelle planétaire⁽⁵¹⁾. Ce chiffre a dû évoluer à la hausse depuis lors, au vu de la scalabilité engendrée par la croissance des opérations à traiter par les serveurs à l'échelle mondiale.

(50) Datacentermap Index, 2015.

(51) Koomey, J.G., Estimating total power consumption by servers in the U.S And the World, Final report, February 15, 2007.

Voorbeeldrol van de overheden, voorlichting en responsabilisering van de bedrijven

Nu van de overheden vereist wordt energie te besparen op het vlak van gebouwenbeheer, hun materiaal aankopen en voertuigvloten, lijkt het logisch en noodzakelijk hun te vragen evenwaardige inspanningen te leveren op andere vlakken van het energieverbruik waarop zij vat hebben. Het feit dat die voorbeeldrol onder andere slaat op negatieve externe effecten die ruimtelijk verschillen van de verbruiksbron, mag niet beletten dat de overheden verantwoordelijkheidszin bijgebracht worden. Ook de individuele aard van die praktijken (werknemer alleen voor zijn pc, informaticus van een dienst, alleen voor zijn pc) maakt het niet minder belangrijk bewust te worden van de kolossale impact van de combinatie van die individuele gedragingen. Daarbij gaat het erom precies te werk te gaan zoals voor de verantwoordelijkheidszin inzake verlichting en papierverbruik, waarbij gevraagd wordt om een matigheidscultuur te integreren in het dagelijks gedrag die, in een collectieve context, invloed kan hebben op het collectieve gedrag (lampen uitdoen, niet meer fotokopieën of afdrukken maken dan nodig, enz.).

Dat type collectieve en individuele verantwoordelijkheidszin bestaat al voor andere externe factoren, waarbij de ligging niet samenvalt met het geografisch veld van de entiteit die verantwoordelijk is voor de maatregel: LCA, deelname aan de internationale inspanningen ter bestrijding van klimaatopwarming of tegen een aantal vervuilingen, duurzame aankoopcriteria bij overheidsopdrachten, enz.

Welnu, de IT-praktijken maken daarvan deel uit. Verplichtingen ter zake vooropstellen heeft des te meer zin daar de overheden al het voorbeeld moeten geven inzake een ander deel van het energieverbruik dat voortvloeit uit de informatisering: de aankopen van informatica-uitrusting in het kader van de overheidsopdrachten.

Voorts bestaan binnen de besturen al verplichtingen tot matiging van het verbruik voor sommige praktijken (drukken en fotokopiëren, verlichting van de kantoren, inschakeling en waakstand van de randapparatuur). Aangezien gevraagd wordt om een kwantitatieve matiging van die praktijken, die een materiële weerslag hebben die zichtbaar is voor de gebruiker, lijkt het geheel verantwoord die matiging te verruimen tot virtuele praktijken. Hun weerslag is niet plaatselijk zichtbaar, maar bestaat wel degelijk op een andere plaats.

Wat de bedrijven betreft, moet de regulering in de eerste plaats gebeuren door ze geleidelijk aan verantwoordelijkheidszin bij te brengen, door te werken aan de mentaliteit met behulp van aangepaste informatiesystemen. De bedrijfswereld is een absoluut onmisbare speler bij de follow-up van de verschillende fases van milieuverant-

Exemplarité des pouvoirs publics, information et responsabilisation des entreprises

À l'heure où il est exigé des pouvoirs publics de faire des économies d'énergie dans le domaine de la gestion des bâtiments, de leurs achats de matériels et de leurs flottes de véhicules, il apparaît logique et nécessaire de leur demander de procéder à des efforts équivalents dans d'autres domaines de consommation énergétique sur lesquels ils ont prise. Le fait que cette exemplarité porte entre autre sur des externalités négatives spatialement différenciées de la source génératrice de consommation ne doit pas empêcher les pouvoirs publics d'être responsabilisés. De même, le caractère de pratique individuelle qui peut entourer ces pratiques (l'employé seul devant son pc, l'informaticien d'un service seul devant ses pc) ne rend pas moins important la prise de conscience de l'impact colossal de la multiplication de ces comportements individuels une fois combinés ensemble. En cela, il s'agit de procéder exactement comme pour la responsabilisation en matière d'éclairage et de consommation de papier pour lesquels on demande d'intégrer une culture de modération dans le comportement quotidien de façon à pouvoir, dans un contexte collectif, peser sur le comportement collectif (éteindre les lampes, ne pas faire plus de photocopies et impression que nécessaires, etc.).

Ce type de responsabilisation collective et individuelle existe déjà pour d'autres externalités dont la localisation ne coïncide pas avec le champ géographique de l'entité responsable de la mesure: ACV, participation aux efforts internationaux de lutte contre le réchauffement climatique ou contre une série de pollutions, critères d'achats durables dans les marchés publics, etc.

Or, les pratiques IT en font partie. Programmer des exigences sur ce point a d'autant plus de sens que les pouvoirs publics sont déjà soumis à des exigences d'exemplarité sur un autre pan de la consommation énergétique découlant de l'informatisation: les achats de matériel informatique dans le cadre des marchés publics.

Par ailleurs, des exigences de modération de la consommation visant des pratiques (impressions et photocopies, éclairage des bureaux, mise sous tension et veille des périphériques) existent déjà au sein des administrations. Dès lors qu'il est demandé de modérer quantitativement ces pratiques qui ont un impact matériel perceptible aux yeux de l'utilisateur, il apparaît tout à fait justifié d'élargir cette modération à des pratiques virtuelles qui ont un impact non perceptible localement mais bel et bien existant en un autre endroit.

Pour ce qui est des entreprises, la régulation doit passer avant tout par une responsabilisation progressive qui passe par un travail sur les mentalités à l'aide de mécanismes d'information adaptés. Le monde des entreprises est un acteur incontournable dans le suivi des différentes vagues de responsabilisation environnementale et, compte tenu du caractère

woordelijkheid. Aangezien de problematiek van het energieverbruik door de IT-praktijken nog uiterst vertrouwelijk is, moeten alle bedrijven op het grondgebied van het Gewest in de eerste plaats informatie krijgen, om ze bewust te maken van de globale externe effecten ervan.

Oplossingen

Gelet op de druk die voortkomt uit de IT-praktijken, lijkt het absoluut noodzakelijk een verplichting in te stellen voor de overheidsdiensten om maatregelen te nemen ter bestrijding van een ongepaste aanwending van voornoemde IT-praktijken en voor een verfijnder en beter afgestemd beheer van die praktijken bij de verdere informatisering van de overheidsdiensten. Daarnaast lijkt informatie voor de bedrijven een broodnodige fase om te komen tot collectieve verantwoordelijkheidszin inzake die nog zeer weinig gekende externe effecten.

De finetuning van die praktijken kan gebeuren via diverse beheermethoden. Wat de zoekopdrachten op het web betreft, heeft een systematisch gebruik van de favorieten of de URM-adressen een lichtere weerslag op het gewicht van de zoekopdracht, in vergelijking met vele fases met zoekmotoren die het opzoeken complexer maken en meer berekeningskracht van de server vergen. Volgens het ADEME wordt de uitstoot van broeikasgassen viermaal kleiner door rechtstreeks naar het adres van een site te gaan, door het adres ervan te typen of door het vooraf als « favoriet » te registreren (eerder dan die site te zoeken via een zoekrobot).⁽⁵²⁾

Wat elektronische berichten betreft, dragen een heleboel kleine gebaren bij tot een verlaging van het gewicht van de mail en een minder energieverwendende verwerking voor de servers : een selectie van de bestemmingen bij de antwoorden op groepsmails, de optimalisatie van toegevoegde bestanden door compressie ervan, een intensiever gebruik van hypertextlinks naar de op de servers opgeslagen integrale versies in de mails in plaats van bijgevoegde documenten, ook voor de nieuwsbrieven, het gebruik van pdf's met lage resolutie, discipline op het vlak van de bewaartijd van de nodige e-mails, aangezien hun energieweerslag toeneemt met de opslagtijd, een regelmatige selectie en schoonmaak van de e-mails, het systematisch niet consulteren van spam, het beperken tot relevante gegevens in de mails, enz.

Op het vlak van virtualisatie, is het absoluut noodzakelijk een structurele vlucht naar voren met overmatig en onbedacht gebruik van opslag in de cloud en hogere virtualisatie van de werkposten te vermijden. De criteria voor het

(52) Milieu- en energiebesparingsagentschap, De weerslag van internet, mails verlagen, februari 2014.

encore extrêmement confidentiel de la problématique de la sollicitation énergétique engendrée par les pratiques IT, il convient avant tout d'informer toutes les entreprises situées sur le territoire de la Région afin de les conscientiser des externalités globales engendrées par ces pratiques.

Solutions

Face à la pression engendrée par les pratiques IT, il paraît indispensable d'établir une obligation pour les services publics de prendre des mesures pour lutter contre un recours intempestif aux dites pratiques IT et à une gestion plus fine et plus mesurée de ces pratiques dans le développement de l'informatisation des services publics. Par ailleurs une information aux entreprises s'avère une étape indispensable afin de mener à une responsabilisation collective sur ces externalités encore très peu connues.

Ce recours plus mesuré à ces pratiques peut passer par diverses méthodes de gestion. Pour ce qui est des requêtes web, un usage systématique des favoris ou des adresses URL a un impact plus léger sur le poids de la requête, contrairement à une multiplication des étapes sur moteurs de recherche qui complexifie la recherche et sollicite davantage la puissance de calcul du serveur. Selon l'ADEME, aller directement à l'adresse d'un site, soit en tapant son adresse, soit en l'ayant enregistré comme « favori » (plutôt que de rechercher ce site via un moteur de recherche) divise par 4 les émissions de gaz à effet de serre⁽⁵²⁾.

Pour ce qui est de la messagerie électronique, une multitude de petits gestes simples participent à une diminution du poids du mail et à un traitement moins énergivore pour les serveurs : une sélection des destinataires dans les réponses aux mails de groupes, une optimisation de la taille des fichiers joints par compression, un usage plus intensif de liens hypertextes vers des versions intégrales stockées sur serveurs à la place des documents en pièce jointe, en ce compris pour les newsletters, un recours aux PDF à basse résolution, une discipline au niveau du temps de conservation des courriers électroniques nécessaires, étant donné que leur impact énergétique augmente avec leur temps de stockage, un tri et un nettoyage régulier des messageries électroniques, une non-consultation systématique des spams, une limitation aux données pertinentes dans les mails, etc.

Pour ce qui est de la virtualisation, il est indispensable d'éviter une fuite en avant structurelle vers un recours excessif et non réfléchi au stockage sur le cloud et à la virtualisation accrue des postes de travail. Les critères présidant à

(52) Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, Internet, courriels, réduire les impacts. février 2014.

online plaatsen van gegevensopslag en de virtualisatie van de werkposten moeten systematisch rekening houden met het energieverbruik van de servers.

Ingeval de virtualisatie van de gegevens uitsluitend berust op een lokaal datacenter, kunnen de besturen en bedrijven die de opslagdiensten van die datacenters huren aangemoedigd worden om van de dienstverleners die deze voorzieningen exploiteren waarborgen te vragen inzake het beheer van het energieverbruik. Die verplichtingen, die opgenomen worden in de bestekken bij de overheidsopdrachten, kunnen gebaseerd worden op referentiemethodes die gebruikt moeten worden voor de raming van het energieverbruik en op de leidraden en goede handelwijzen die worden uitgewerkt in het kader van het Climate Savers Computing Initiative en van het Green Grid op internationaal niveau, en de Code of Conduct in Data Centres Efficiency van de Europese Commissie⁽⁵³⁾ op Europees niveau.

Er bestaan verschillende methodologische referentiekaders die de mogelijkheid bieden te evalueren of de door de exploitant van het datacenter voorgestelde maatregelen volstaan om het energiebeheer van de infrastructuur als beheerst te beschouwen: sommige zijn complexer (CADE, ERE, PPE, PAR4, SPUE, SPECpower_ssj2008v1.12, DCeP, DCcE, ScE), andere eenvoudiger, minder duur en beter te integreren in een standaardperspectief (CPU – Average Server Utilization en Average Data Center Utilization).

Nog steeds binnen die verplichtingen, kunnen minima vereist zijn op het vlak van doeltreffendheid, zowel op het vlak van het globale DCIM als op het vlak van de energiebeheersystemen voor elke component en elke uitrusting van het datacenter. Die minima kunnen ook gebaseerd zijn op vermeldingen van sommige generische standaarden betreffende energiebeheer, zoals ISO 50001, op specifieke benchmarking voor sommige uitrustingen (Rack Cooling Index (RCI) and Return Temperature Index (RTI), HVAC System effectiveness), dan wel op goede handelwijzen zoals verwoord door de United States Department of Energy in het kader van zijn Federal Energy Management Program in 2011⁽⁵⁴⁾ of door de American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE), voor meer specifieke punten, zoals het energiebeheer van verluchting- en koelsystemen.⁽⁵⁵⁾

(53) EU commission, Joint Reserach Centre, Institute For Energy, Code of Conduct on data Centres Energy Efficiency, The Best Practices document – Version 7.1.2, 2016.

(54) United States Department of Energy, Federal Energy Management Program – Best Practices guide for Energy-Efficient Data Center Design, Revised March 2011.

(55) American society of heating, refrigerating and air_conditioning engineers, Thermal guidelines for data processing environments, 3rd Edition, 2012.

la mise en ligne du stockage de données et à la virtualisation des postes de travail doivent incorporer systématiquement la dimension de sollicitation énergétique des serveurs.

D'autre part, dans le cas où la virtualisation des données repose exclusivement sur un data center local, les administrations et entreprises louant les services de stockage de ces data center peuvent être encouragées à demander aux prestataires de services exploitants ces infrastructures des garanties en termes de gestion de la consommation énergétique. Ces exigences, intégrées dans les cahiers des charges lors des marchés publics, peuvent se baser sur des méthodologies de référence à utiliser pour l'estimation de la consommation énergétique et sur les lignes directrices et bonnes pratiques développées dans le cadre du Climate Savers Computing Initiative et du Green Grid au niveau international, et du Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency de la commission européenne⁽⁵³⁾ au niveau européen.

Il existe différents cadres méthodologiques de référence permettant d'évaluer si les mesures présentées par l'exploitant du data center sont suffisantes pour assurer une gestion énergétique de l'infrastructure considérée comme maîtrisée: certains plus complexes (CADE, ERE, PPE, PAR4, SPUE, SPECpower_ssj2008v1.12, DCeP, DCcE, ScE), d'autres plus simples, moins chers et plus intégrables dans une perspective standardisée (CPU – Average Server Utilization et Average Data Center Utilization).

Toujours au sein de ces exigences, des minima peuvent être requis en termes d'efficacité tant au niveau du DCIM global que des dispositifs de gestion énergétique pour chacune des composantes et chaque équipement du data center. Ces minima peuvent également se baser soit sur les indications de certains standards génériques relatifs au management énergétique, comme ISO 50001, soit sur des benchmarkings spécifiques à certains équipements (Rack Cooling Index (RCI) and Return Temperature Index (RTI), HVAC System Effectiveness) soit sur les best practices telles celles formulées par le United States Department of Energy dans le cadre de son Federal Energy Management Program en 2011⁽⁵⁴⁾ ou par l'American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) pour des points plus spécifiques comme le management énergétique des systèmes d'aération et de refroidissement⁽⁵⁵⁾.

(53) EU commission, Joint Research Centre, Institute For Energy, Code of Conduct on Data Centres Energy Efficiency, The Best Practices document – Version 7.1.2, 2016.

(54) United States Department of Energy, Federal Energy Management Program – Best Practices guide for Energy-Efficient Data Center Design, Revised March 2011.

(55) American society of heating, refrigerating and air-conditioning engineers, Thermal guidelines for data processing environments, 3rd Edition, 2012.

Nog steeds binnen de maatregelen voor het energiebeheer van de datacenters, mag men overigens een ander zijluik van het energiebeheer niet vergeten: energierecuperatie. De systemen voor energierecuperatie kunnen een belangrijke rol spelen bij het energiebeheer van de fysieke installaties en zo het gewicht van het verbruik van die installaties door de meest energieverwendende IT-praktijken verlichten. Regels opstellen bij de bouw van hun eigen datacenters (bedrijven en overheidsdiensten) of bij dienstopdrachten (overheidsdiensten) of contracten (bedrijven) die een beroep doen op exploitanten van datacenters vormt een mogelijkheid voor de overheden en bedrijven om gebruik te maken van die dimensie. Op het vlak van energierecuperatie, werd de potentiële recuperatie van de afvalwarmte uit de installaties van de datacenters geëvalueerd: volgens de ramingen door de experts van het Center For Energy-Smart Electronic Systems, via een gemiddelde raming van een datacenter met 250 racks van 42 à 64 servers in het geval van 90% recupereerbare en in elektriciteit omgezette afvalwarmte volgens een cyclus met stoomkracht op lage temperatuur met 10% doeltreffendheid, kan het datacenter tussen 300 en 600 kW voortbrengen, rechtstreeks uit de afvalwarmte van zijn installaties.⁽⁵⁶⁾ Concreet kan energierecuperatie overwogen worden via verscheidene systemen en op verscheidene niveaus: warmtepompsystemen, serveropstellingen die de mogelijkheid bieden de afvalwarmte van de installaties beter te capteren en ze dus beter te verwerken voor overdracht buiten het datacenter en hergebruik⁽⁵⁷⁾, of nog technieken tot volwaardige integratie van de infrastructuur van het datacenter binnen een gebouw van bij het planontwerp ervan met het oog op een optimale en zo doeltreffend mogelijke rechtstreekse cyclische recuperatie.⁽⁵⁸⁾

Regelgevend kader

De ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing is het Brussels regelgevend referentiekader inzake maatregelen ter verlaging van het energieverbruik voor het Brussels Gewest en bevat reeds maatregelen inzake de voorbeeldrol van de overheden en de begeleiding van de privépersonen op dat vlak. Boek 2, titel 4, van de ordonnantie van 2 mei 2013 is bijvoorbeeld gewijd aan de voorbeeldrol van de overheden. De toevoeging van een hoofdstuk dat specifiek gewijd is aan het beheersen van het energieverbruik door de IT-praktijken zou aldus een aanvulling vormen

(56) Center For Energy-Smart Electronic Systems, Sammakia B., Ortega A., Agonafer D., Joshi Y., «Data Center Waste Energy Recovery and Re-Use» in Compendium of Industry-Nominated NSF I/UCRC Technological Breakthroughs, 2014.

(57) Washington State University Extension Energy Program, Data Center Energy Savings Through Heat Recovery, 2013.

(58) Brenner, P., Go D.B., Buccellato A., Data Center Heat Recovery Models and Validation: Insights from Environmentally Opportunistic Computing, presentation made at the American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Winter Conference 2013.

Par ailleurs, toujours au sein des mesures de gestion énergétique des data centers, il ne faut pas oublier un autre pan corollaire de la gestion énergétique: la récupération d'énergie. Les dispositifs de récupération d'énergie peuvent jouer un rôle important dans le management énergétique des installations physiques et ainsi atténuer le poids de la sollicitation de ces installations par les pratiques IT les plus énergivores. Émettre des exigences lors de la construction de leurs propres data centers (entreprises et services publics) ou lors de marchés de services (services publics) ou de contrats (entreprises) faisant appel à des exploitants de data centers est une possibilité pour les pouvoirs publics et les entreprises afin d'exploiter cette dimension. Au niveau de la récupération énergétique, le potentiel de récupération de la chaleur fatale issue des installations des data centers a été évalué: suivant les estimations menées par les experts du Center For Energy-Smart Electronic Systems, en prenant une estimation moyenne d'un data center contenant 250 racks de 42 à 64 serveurs et l'hypothèse de 90% de chaleur fatale récupérable et convertie en électricité suivant un cycle de puissance de vapeur à basse température de 10% d'efficacité, le data center peut produire entre 300 et 600 kW de puissance provenant directement de la chaleur fatale issue de ses installations⁽⁵⁶⁾. Concrètement la récupération énergétique peut s'envisager à travers plusieurs systèmes et à plusieurs niveaux: systèmes de pompes à chaleur, arrangements des serveurs permettant de mieux capter la chaleur fatale des installations et d'ainsi mieux la traiter pour un transfert hors du data center et une réutilisation⁽⁵⁷⁾, ou encore techniques d'intégration à part entière de l'infrastructure du data center au sein d'un bâtiment dès la conception sur plan de ce dernier en vue d'une récupération cyclique directe la plus optimale et la plus efficace possible⁽⁵⁸⁾.

Cadre réglementaire

L'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du climat, et de la Maîtrise de l'énergie est le cadre réglementaire bruxellois de référence en matière de mesures de diminution de la consommation d'énergie pour la Région bruxelloise et comprend déjà des mesures d'exemplarité des pouvoirs publics et d'accompagnement des personnes privées dans ce domaine. Ainsi, le livre 2, titre 4 de l'ordonnance du 2 mai 2013 est consacré à l'exemplarité des pouvoirs publics. Le rajout d'un chapitre consacré spécifiquement à la maîtrise de la sollicitation énergétique engendrée par les pratiques IT compléterait ainsi le chapitre

(56) Center For Energy-Smart Electronic Systems, Sammakia B., Ortega A., Agonafer D., Joshi Y., «Data Center Waste Energy Recovery and Re-Use» in Compendium of Industry-Nominated NSF I/UCRC Technological Breakthroughs, 2014.

(57) Washington State University Extension Energy Program, Data Center Energy Savings Through Heat Recovery, 2013.

(58) Brenner, P., Go D.B., Buccellato A., Data Center Heat Recovery Models and Validation: Insights from Environmentally Opportunistic Computing, presentation made at the American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers Winter Conference 2013.

op dat hoofdstuk inzake duurzame aankopen, dat de energiedoelmatigheid van het IT-materiaal belicht. Wat de begeleiding van de bedrijven betreft, zou een nieuwe titel opgenomen worden in boek 2 van de ordonnantie, met een bepaling die voorziet in een begeleidingsdienst met informatieopdrachten die zich toeleggen op oplossingen inzake het beheersen van het energieverbruik door IT-praktijken, in het licht van wat het Gewest al heeft ingesteld voor de informatie van de burgers en de bedrijven over het energieverbruik van de gebouwen.

Commentaar bij de artikelen

Artikel 1

Dit artikel behoeft geen bijzondere opmerkingen.

Artikel 2

Dit artikel beoogt een omschrijving van de IT-praktijken in te voeren in boek 2 van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing.

Artikel 3

Dit artikel beoogt in boek 2 van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing een nieuwe titel 3/1 in te voeren inzake energiebesparende praktijken, met daarin een hoofdstuk over IT-praktijken. Dat hoofdstuk voert een verplichting in voor de regering tot organisatie van een begeleidingsdienst om de bedrijven raad te geven over de beheersing van het energieverbruik van de IT-praktijken.

Artikel 4

Dit artikel beoogt in titel 4 van boek 2 van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing een hoofdstuk 5 en een nieuw artikel in te voeren inzake de voorbeeldrol van de overheden bij de beheersing van het energieverbruik van de IT-praktijken, teneinde een verplichting in te stellen voor de regering om voor de diensten van de overheden regels te bepalen om het energieverbruik van de IT-praktijken te verlagen.

Artikel 5

Dit artikel behoeft geen commentaar.

consacré aux achats durables dans lequel est appréhendée l'efficacité énergétique du matériel IT. Pour ce qui est de l'accompagnement des entreprises, un nouveau titre serait créé dans le livre 2 de l'ordonnance, avec une disposition prévoyant un service d'accompagnement avec des missions d'informations spécialisées dans les solutions de maîtrise de la sollicitation énergétique engendrée par les pratiques IT, à l'instar de ce que la Région a déjà institué pour l'information auprès des citoyens et des entreprises sur la consommation énergétique des bâtiments.

Commentaire des articles

Article 1^{er}

Cet article n'appelle pas d'observations particulières.

Article 2

Cet article vise à introduire une définition des pratiques IT au sein du livre 2 de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du climat, et de la Maîtrise de l'énergie.

Article 3

Cet article vise à introduire au livre 2 de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du climat, et de la Maîtrise de l'énergie, un nouveau titre 3/1, consacré aux pratiques d'économie d'énergie, et au sein de celui-ci un chapitre dédié aux pratiques IT. Ce chapitre instaure une obligation pour le Gouvernement d'organiser un service d'accompagnement afin de guider les entreprises en matière de maîtrise de la sollicitation énergétique des pratiques IT.

Article 4

Cet article vise à introduire au livre 2, titre 4, de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du climat, et de la Maîtrise de l'énergie, un chapitre 5 et un article nouveau dédiés à l'exemplarité des pouvoirs publics dans la maîtrise de la sollicitation énergétique des pratiques IT, pour instaurer une obligation pour le Gouvernement de fixer, pour les services des pouvoirs publics, des exigences afin de diminuer la sollicitation énergétique des pratiques IT.

Article 5

Cet article n'appelle pas de commentaire.

Anne-Charlotte d'URSEL (F)
Clémentine BARZIN (F),
Alexia BERTRAND (F)
Aurélie CZEKALSKI (F)

VOORSTEL VAN ORDONNANTIE

tot wijziging van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing en tot invoering van regels inzake de voorbeeldfunctie van de overheid inzake beheersing van het energieverbruik van bepaalde IT-praktijken alsook van begeleiding van bedrijven om ze meer verantwoordelijkheidszin bij te brengen op dat gebied

Artikel 1

Deze ordonnantie regelt een aangelegenheid als bedoeld in artikel 39 van de Grondwet.

Artikel 2

In artikel 2.1.1 van de ordonnantie tot wijziging van de ordonnantie van 2 mei 2013 houdende het Brussels Wetboek van Lucht, Klimaat en Energiebeheersing, wordt een 40° ingevoegd, luidend als volgt :

« 40° : IT-praktijken : geheel van praktijken die niet behoren tot de aankopen van informaticamateriaal, met inbegrip van de virtualisatie van de opslag van gegevens via cloudcomputing of een intern datacenter bij de entiteit, de virtualisatie van de werkposten door VDI-architectuur, OS-streaming en andere methodes, het gebruik van die opslagruimtes en virtuele werkposten, het gebruik van redundantie, het beheer van mirroring, het beheer van zoekopdrachten via zoekrobots, het beheer van elektronische berichten, en het beheer van het gebruik van flashgeheugens. ».

Artikel 3

In boek 2 van dezelfde ordonnantie, wordt een nieuwe titel 3/1 ingevoegd, luidend «Energiebesparende gebruiken», met een hoofdstuk 1 «IT-praktijken» en artikel 2.3/1.1, luidend :

« Artikel 2.3/1.1 – De Regering organiseert een begeleidingsdienst om de bedrijven raad te geven over de beheersing van het energieverbruik dat voortvloeit uit de IT-praktijken.

Die dienst berust op onderstaande principes :

1° het BIM en het CIBG zorgen voor de gepersonaliseerde begeleiding van de bedrijven ;

PROPOSITION D'ORDONNANCE

modifiant l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'énergie, et introduisant des exigences d'exemplarité pour les pouvoirs publics en matière de maîtrise de la sollicitation énergétique de certaines pratiques IT, et un accompagnement aux entreprises pour une responsabilisation en ce domaine

Article 1^{er}

La présente ordonnance règle une matière visée à l'article 39 de la Constitution.

Article 2

À l'article 2.1.1 de l'ordonnance du 2 mai 2013 portant le Code bruxellois de l'Air, du Climat et de la Maîtrise de l'énergie, il est inséré un point 40° libellé comme suit :

« 40° : Pratiques IT : ensemble des pratiques ne relevant pas des achats de matériel informatique et comprenant la virtualisation du stockage de données par *cloud computing* ou data center interne à l'entité, la virtualisation des postes de travail par architecture VDI, streaming d'OS et autres méthodes, le recours à ces espaces de stockage et postes de travail virtuels, le recours à des redondances, la gestion du mirroring, la gestion des requêtes sur moteurs de recherche, la gestion des messageries électroniques, et la gestion du recours aux mémoires flash. ».

Article 3

Au livre 2 de la même ordonnance, il est inséré un nouveau titre 3/1, intitulé «Usages économiseurs d'énergie», contenant un chapitre 1^{er}, intitulé «Pratiques IT», et contenant un article 2.3/1.1 libellé comme suit :

« Article 2.3/1.1 – Le Gouvernement organise un service d'accompagnement afin de guider les entreprises en matière de maîtrise de la sollicitation énergétique découlant des pratiques IT.

Ce service repose sur les principes énoncés ci-dessous :

1° l'accompagnement personnalisé des entreprises est assuré par l'IBGE et le CIRB ;

2° in het kader van die begeleidingsdienst, worden het BIM en het CIBG belast met volgende opdrachten :

- de bedrijven informeren over het bestaan en de nadere regels van die begeleidingsdienst ;
- de rol van expertise-, informatie- en opleidingscentrum waarnemen ;
- de samenwerking tussen de verschillende actoren uit de sector van de energie-efficiëntie van de informatica organiseren. ».

Artikel 4

In boek 2, titel 4, van dezelfde ordonnantie, wordt een hoofdstuk 5 toegevoegd, luidend « Beheersing van het energieverbruik van de IT-praktijken », met een artikel 2.4.10, luidend :

« Artikel 2.4.10. – Onverminderd artikel 2.4.9, neemt de Regering de nodige maatregelen opdat de diensten van de gewestelijke en plaatselijke overheden een voorbeeldrol spelen inzake de beheersing van het energieverbruik van de IT-praktijken en de recuperatie en de conversie van de energie opgewekt door die praktijken.

Daartoe bepaalt het, voor de diensten van die overheden, regels om het energieverbruik van de IT-praktijken te verlagen. Die regels moeten zowel betrekking hebben op de opslag, de exploitatie, de lezing, de overdracht als op de compressie van de gegevens in het kader van die IT-praktijken.

Zij bepaalt ook de regels ter zake die de overheden moeten naleven wanneer zij een beroep doen op dienstverleners in het kader van de overheidsopdrachten om die gegevens op te slaan en te verwerken, zij het intern, zij het extern. ».

Artikel 5

Deze ordonnantie treedt in werking op de dag van de bekendmaking ervan in het *Belgisch Staatsblad*.

2° dans le cadre de ce service d'accompagnement, l'IBGE et le CIRB sont chargés des missions suivantes :

- informer les entreprises à propos de l'existence et des modalités de ce service d'accompagnement ;
- assurer le rôle de centre d'expertise, d'information et de formation ;
- organiser la coopération entre les différents intervenants du secteur de l'efficacité énergétique de l'informatique. ».

Article 4

Au livre 2, titre 4, de la même ordonnance, il est ajouté un chapitre 5, intitulé « Maîtrise de la sollicitation énergétique des pratiques IT », contenant un article 2.4.10 rédigé comme suit :

« Article 2.4.10. – Sans préjudice de l'article 2.4.9, le Gouvernement prend les mesures nécessaires pour que les services des pouvoirs publics régionaux et locaux jouent un rôle exemplaire en matière de maîtrise de la sollicitation énergétique des pratiques IT ainsi que de la récupération et de la conversion de l'énergie induite par ces pratiques.

À cette fin, il fixe, pour les services de ces pouvoirs publics, des exigences afin de diminuer la sollicitation énergétique des pratiques IT. Ces exigences doivent porter tant sur le stockage, l'exploitation, la lecture, le transfert que sur la compression des données dans le cadre de ces pratiques IT.

Il fixe également, dans ce domaine, des exigences que doivent respecter les pouvoirs publics lorsque ceux-ci font appel à des prestataires de services dans le cadre des marchés publics pour stocker et traiter ces données, soit en interne, soit en externe. ».

Article 5

La présente ordonnance entre en vigueur le jour de sa publication au *Moniteur belge*.

Anne-Charlotte d'URSEL (F)
Clémentine BARZIN (F),
Alexia BERTRAND (F)
Aurélie CZEKALSKI (F)