TABLE DES MATIÈRES

Page

INTRODUCTION……1

CHAPITRE 1 REVUE DE LITTÉRATURE……..5
1.1 Informatique traditionnel 5
1.1.1 Bilan énergétique du CTD local 5
1.1.1.1 Bilan énergétique de l'infrastructure et des équipements du CTD local..... 5
1.1.1.2 Bilan énergétique du stockage dans le CTD local 11
1.1.2 Amélioration de l'efficience énergétique du CTD local..... 12
1.1.2.1 Amélioration des infrastructures et des équipements du CTD: l'informatique écoresponsable..... 12
1.1.2.2 Amélioration de la gestion des données dans le CTD : les systèmes de gestion de données..... 17
1.2 L'informatique en nuage.....21
1.2.1 Définition, modèles de services et modèles de déploiement de l'infonuagique..... 21
1.2.2 Bilan énergétique de l'infonuagique..... 22
1.3 Migration des données dans le nuage privé 27
1.3.1 Description et mesure de l'énergie du système permettant la migration des données entre l'utilisateur et le CTD local ou le CTD du nuage privé..... 27
1.3.1.1 Système A : l'ordinateur..... 27
1.3.1.2 Système B1 : le CTD local..... 29
1.3.1.3 Système B2 : le CTD infonuagique (nuage privé)..... 30
1.3.1.4 Système C : le réseau de transmission et de commutation entre l'utilisateur et le CTD local ou le CTD infonuagique..... 35
Le réseau de transport des données entre l'utilisateur et le CTD local..... 35
Le réseau de transport des données entre l'utilisateur et le nuage privé... 37
1.4 Paramètres pour le choix du stockage des données dans le CTD ou dans un nuage privé 42
1.4.1 Quantité et type de données 42
1.4.2 Délai d'accès aux données 44
1.4.3 Distance géographique entre l'utilisateur et le lieu de stockage..... 45
1.4.4 Nature du nuage 45
1.4.5 Taux et vitesse de téléchargement 45

CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE 47
2.1 Mesure du temps d'exécution des opérations CRUD d'une base de données MySQL (gérée par une application Java) lors de la sauvegarde de données hors ligne (dans un CTD local) et en ligne (dans un nuage privé) 47

2.1.1 Description du système d'expérimentation 47
2.1.2 Description des deux systèmes de stockage de données : l'ordinateur et le nuage privé 51
2.1.3 Connexion du système d'expérimentation 53
2.1.3.1 Mesure du temps d'exécution total des requêtes SQL par la méthode Java « System.nanoTime » 53
2.1.3.2 Mesure de la sélection aléatoire des données dans la table de la base de données 54
2.1.3.3 Mesure du temps d'exécution total des requêtes SQL exécutées de façon synchrone par deux utilisateurs 55
2.1.3.4 Connexion des requêtes SQL au nuage privé 57
2.2 Calcul de l'énergie consommée par les opérations du cycle CRUD d'une base de données MySQL (gérée par une application Java) lors de la sauvegarde de données hors ligne (dans un ordinateur) et en ligne (dans un nuage privé) 58
2.2.1 Calcul de l'énergie consommée par les requêtes SQL 58
2.2.2 Détermination de la performance du processeur au repos et lors de l'exécution des requêtes SQL dans java 58

CHAPITRE 3 RÉSULTATS 63
3.1 Opérations CRUD réalisées alternativement par un seul utilisateur sur une même table de la base de données sauvegardée dans le disque dur d'un ordinateur ou dans un nuage privé 63
3.1.1 Test n°1 : Énergie consommée par l'ordinateur en fonction du type d'opérations CRUD 63
3.1.2 Test n°2 : Énergie consommée par l'ordinateur en fonction du nombre d'opérations CRUD exécutées 67
3.1.3 Test n°3 : Énergie consommée par diverses opérations et séquences CRUD permettant de modifier une entrée 71
3.2 Opérations CRUD réalisées simultanément par plusieurs utilisateurs sur une même table de la base de données sauvegardée dans un nuage privé : Test n°4, énergie consommée par un ordinateur lors d'accès synchrone à la même base de données par un deuxième ordinateur 76

CHAPITRE 4 DISCUSSION 81
4.1 Profil énergétique *isolé* des opérations et des séquences CRUD stockées dans un nuage privé 81
4.2 Profil énergétique *global* des opérations et des séquences CRUD stockées dans un nuage privé : autres paramètres et sous-systèmes à considérer 82
4.2.1 L'unité centrale de traitement (UCT) de l'ordinateur 83
4.2.2 Le lieu géographique du nuage privé 83
4.2.3 L'ampleur de l'interconnexion entre l'ordinateur et le nuage privé 84
4.2.4 La source d'énergie et les énergies renouvelables 84
4.3 Leçons et lignes directrices pour la conception d'un modèle de gestion efficiente du stockage des données dans un nuage privé 85

4.3.1 Établissement du profil énergétique des opérations CRUD et plan d'action 86
4.3.2 L'archivage des données..... 87
4.3.3 L'application des meilleures pratiques d'éco-responsabilité..... 88
4.3.4 La mise en œuvre, l'application et le suivi d'une politique verte..... 88

CONCLUSION……93

ANNEXE I CARACTÉRISTIQUES ET DISTINCTION ENTRE LES DIVERS TYPES D'INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE….....97

ANNEXE II PRATIQUES DE BONNE GOUVERNANCE, MEILLEURES PRATIQUES ET PRATIQUES À L'ÉTAT DE L'ART POUR L'OPTIMISATION DE LA VALEUR DES PUE DES CENTRE DE TRAITEMENT DES DONNÉES….....98

ANNEXE III STANDARDS ET QUANTIFICATION DE L'EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE D'UN CENTRE DE TRAITEMENT DE DONNÉES *SELON THE GREEN GRID, DATA CENTER MATURITY MODEL (DCMM)*….....99

ANNEXE IV TEMPS D'EXÉCUTION TOTAL DES REQUÊTES SQL EXÉCUTÉES INDIVIDUELLEMENT DANS LES PARAMÈTRES DES STANDARDS S1, S2, S3, S4 ET S5.....101

ANNEXE V PERFORMANCE DU PROCESSEUR DES ORDINATEURS U1 ET U2….....107

ANNEXE VI TEMPS D'EXÉCUTION TOTAL (EN MS) DES REQUÊTES SQL (INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE) EXÉCUTÉES ENTRE 1 000 ET 10 000 FOIS DANS UNE SÉQUENCE CRUD MESURÉES PAR SYSTEM.NANOTIME.....111

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES……...123

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1.1 Description des opérations CRUD utilisées dans divers secteurs d'activités 19

Tableau 1.2 Requêtes de programmation équivalentes aux opérations CRUD 20

Tableau 1.3 Recherches sur l'optimisation du bilan énergétique du CTD infonuagique 23

Tableau 1.4 Équipements, composantes et puissance énergétique au repos et en pleine charge des ordinateurs de table couramment utilisés par les usagers pour accéder aux services infonuagiques (*Baliga et al., 2011*) ...29

Tableau 1.5 Valeurs typiques de l'énergie qui initie le transfert d'un fichier (U_{up}), de la puissance du transfert (P) et de l'énergie de la bande passante (B) pour les serveurs d'un CTD local, les PC et les ordinateurs portables (*Joukov et Sipek, 2008*) 37

Tableau 2.1 Description des standards pour l'analyse des requêtes SQL (*INSERT, SELECT, UPDATE* et *DELETE*) 48

Tableau 2.2 Description des opérations CRUD réalisées alternativement par un seul utilisateur (u1) dans une même table d'une base de données....50

Tableau 2.3 Schémas des opérations CRUD de MySQL dans l'ordinateur (système A) utilisant le stockage sur son disque dur (système A), dans le CTD traditionnel (système B1) ou dans le CTD infonuagique (système B2) 52

Tableau 3.1 Temps d'exécution total (en seconde) des requêtes SQL exécutées un même nombre de fois dans les séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé 64

Tableau 3.2 Pourcentage (%) sur 100 secondes d'utilisation du processeur au repos et lors du traitement des requêtes SQL (*insert*, *select*, *update*, *delete*) d'une séquence CRUD, mesurées lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé 65

Tableau 3.3 Énergie totale (en joule) consommée par les requêtes SQL exécutées un même nombre de fois dans les séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé 66

Tableau 3.4 Temps d'exécution total (en seconde) des requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un premier groupe de séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé.....68

Tableau 3.5 Énergie totale (en joule) consommée par les requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un premier groupe de séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé....69

Tableau 3.6 Temps d'exécution total et énergie totale consommée par les requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un deuxième groupe de séquences CRUD sélectionnées et mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 70

Tableau 3.7 Temps d'exécution total et énergie totale consommée par les requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un troisième groupe de séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 71

Tableau 3.8 Pourcentage (%) sur 100 secondes d'utilisation du processeur au repos et lors du traitement des requêtes SQL (*insert*, *select*, *update*, *delete*) mesurées individuellement ou en séquence pour changer une clé primaire lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé.....72

Tableau 3.9 Temps d'exécution total, énergie totale et énergie moyenne consommées par les requêtes SQL *insert* (C), *select* (R), *update* (U) et *delete* (D) exécutées individuellement ou en séquence à taux léger (1000 fois), modéré (4000 fois), élevé (7000 fois) et très élevée (9000 fois) pour modifier une clé primaire indexée et une clé primaire non indexée d'une base de données sauvegardée dans un ordinateur (PC) et dans un nuage privé 73

Tableau 3.10 Pourcentage (%) sur 100 secondes d'utilisation du processeur au repos et lors du traitement des requêtes SQL (*INSERT*, *SELECT*, *UPDATE*, *DELETE*) exécutées simultanément par deux utilisateurs (u1, u2) mesurées par Java-MySQL lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans un nuage privé 77

Tableau 3.11 Temps d'exécution total et énergie moyenne consommée par les requêtes SQL exécutées simultanément par deux utilisateurs (u1, u2), mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans le nuage privé 78

Tableau 3.12 Temps d'exécution total, pourcentage d'utilisation du processeur et énergie moyenne consommée individuellement par les requêtes SQL *insert, select, delete* et *update*, mesurées par *System.nanotime* de l'ordinateur u1 et de l'ordinateur u2 selon le nombre d'entrées obtenu au tableau 3.11 et sauvegardées dans le nuage privé 79

Rapport-Gratuit.com

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1.1 Exemple d'évolution des caractéristiques des serveurs du CTD local en CTD virtualisés de l'infonuagique (*.netdirectsystem, 2009*) 31

Figure 1.2 Amélioration de l'architecture des serveurs du CTD local vers une infrastructure de plus en plus efficiente (*Hitachi Data Systems, 2014*).....32

Figure 1.3 Transformation d'un CTD local en un nuage privé interne et externe (*Microsoft, 2010*) 33

Figure 1.4 Migration des données entre l'ordinateur de l'entreprise et le nuage privé, via le réseau de l'entreprise (*Griffin et Jones, 2010*).....34

Figure 1.5 Réseau de transport et de commutation entre l'utilisateur et le nuage public (a) ou privé (b) (*Baliga et al., 2011*).....38

Figure 1.6 Puissance consommée par le transport, le stockage et les serveurs dans un nuage privé en fonction du nombre de téléchargement par heure (*Baliga et al., 2011*) 41

Figure 2.1 Code *Java* pour la mesure du temps d'exécution total d'une requête SQL par la méthode « System.nanoTime () ».....54

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

A	Système A : ordinateur de l'utilisateur ou disque dur de l'ordinateur de l'utilisateur
B	Système B : stockage dans le CTD d'un nuage privé
CLI	Interface de niveau appels (*Call Level Interface*)
CRUD	Créer, lire, mettre à jour, supprimer (*Create*, *Read*, *Update*, *Delete*)
CTD	Centres de traitement des données
CVC	Chauffage, ventilation et climatisation
DCMM	*Data Center Maturity Model*
DVFS	Échelle de tension dynamique (*Dynamic Voltage/Frequency Scaling*)
dSaaS	Stockage de données en tant que service
ECM	Gestion de contenu (*Enterprise Content Management*)
ECO2	Empreinte de carbone
EPA	Agence américaine de protection de l'environnement (*US Environmental Protection Agency*)
FdNP	Fournisseur de nuage privé
FdSI	Fournisseur de services infonuagiques
GES	Gaz à effet de serres
GPU	Processeur graphique (*Graphics Processing Unit*)
HDD	Disque dur (*Hard Disk Drive*)

ILM	Cycle de vie de l'information (*Information Lifecycle Management*)
IdO	Internet des objets
IaaS	Infrastructure en tant que service
LAN	Réseau local (*Local Area Network*)
MATLAB	*MATrixLABoratory*
NAS	Serveur de stockage en réseau (*Network-attached storage*)
OCDA	*Open Data Center Alliance*
PaaS	Plateforme en tant que service
PC	Ordinateur de table
PON	Réseau optique passif (*Passive Optical Network*)
PUE	Indicateur d'efficacité énergétique (*Power usage effectiveness*)
RAM	Mémoire vive (*Random Access Memory*)
REST	*Representational State Transfer*
S3	1 base de données, 1 table, 8 champs, de longueur de 16 caractères, contenant des mots de 10 caractères, 10 000 entrées maximum
SaaS	Logiciel en tant que service
SAN	Réseau de stockage (*Storage area network*)
SGBDR	Système de gestion de bases de données relationnelles
	Langage de requête structurée (*Structured Query Language*)

StaaS	Stockage en tant que service
TI	Technologie de l'information
TIC	Technologies de l'information et des communications
UCT	Unité centrale de traitement
VdAI	Vendeur d'applications infonuagiques

LISTE DES SYMBOLES ET UNITÉS DE MESURE

UNITÉ DE TEMPS

s	seconde
ms	milliseconde
ns	nanoseconde

Énergie

J	Joules

Puissance

W	watt
MW	Mégawatt

Fréquence

Hz	Hertz
GHz	Gigahertz

CAPACITÉ

Go	Gigaoctet

INTRODUCTION

Les technologies de l'information et des communications (TIC) permettent de plus en plus de générer des données et de conserver des renseignements. Parmi ces derniers, alors que certains apportent une valeur ajoutée à l'entreprise, d'autres sont maintenus en raison de la réglementation qui oblige leur conservation pendant une certaine période de temps ou ils échappent tout simplement au tri pour être archivés et oubliés. Leur surcroissance dans les centres de traitement des données (CTD) traditionnels crée des problèmes de capacité. Leur cycle d'opération CRUD, soit leur insertion (« C »), leur consultation (« R »), leur modification (« U ») et leur suppression (« D »), complexifie les opérations de stockages des données qui y sont enregistrées. Ils engendrent ainsi une empreinte de carbone (ECO2) calculable.

La consommation d'énergie est devenue l'une des préoccupations majeures. Les défis et les opportunités sont nombreux dans ce contexte. L'essor de l'ère numérique et l'industrialisation des services des TIC fournissent plus que jamais aux organisations des solutions de rechange. Elles présentent la transition de l'ère machine (la sauvegarde des données dans les serveurs internes de l'entreprise) vers une ère de service de stockage externe des données dans les nuages de l'infonuagique (le *cloud computing*). Les recherches (Orgerie et Lefevre, 2011; Sabry et Krause, 2012; Bolla *et al.,* 2013; Pawlish, Varde, et Robila, 2012; Dalapati et Sahoo, 2013; Makela et Luukkainen, 2013) urgent les gestionnaires en technologie de l'information (TI) de laisser derrière l'informatique traditionnelle pour se déplacer vers cette nouvelle technologie. Parce qu'elle tente notamment de substituer à l'activité de stockage hors ligne du CTD traditionnel (ou local) qui est hautement énergivore, la prolifération de cette tendance de stockage en ligne (dans l'infonuagique) suscite l'intérêt de l'agenda environnemental des entreprises.

L'énergie impliquée dans le poids du stockage dans l'infonuagique n'est pas nul pour l'utilisateur de services infonuagiques. Depuis l'année 2010, de nombreux chercheurs (Berl *et al.,* 2010; Sahoo et Mukherjee, 2010; Taylor, Kosik et Oathout, 2010; Wu *et al.,* 2010;

Beloglazov *et al.,* 2011; Linus Touring, 2014; Bolla *et al.,* 2013; Dalapati et Sahoo, 2013; Gu, Lago et Potenza, 2013; Hu, Deng et Wu, 2013; Makela et Luukkainen, 2013; Prabavathy, Priya et Babu, 2013; Wadhwa et Verma, 2013) tentent d'améliorer son bilan énergétique. La littérature soulève plusieurs solutions novatrices; tant les modèles de consommation d'énergie proposés, que les solutions de réduction de l'énergie, tiennent compte des besoins énergétiques de son infrastructure (de refroidissement), de son matériel (les équipements TI), de son réseau et de son système de stockage.

La problématique est que les bilans énergétiques établis par ces recherches considèrent le CTD infonuagique comme un système isolé, alors qu'à titre de système de *stockage* de données, tout comme le CTD local, il ne peut exister seul : il doit avoir un système en amont qui *traite* les données, tel que le disque dur d'un ordinateur. Dans l'établissement de l'énergie globale de l'infonuagique, ces études ne considèrent pas le poids énergétique associé au flux (création, lecture, modification, mise à jour et suppression) des données qui sont téléversées et téléchargées entre les deux systèmes. Une seule étude (Chen *et al.,* 2014) considère timidement l'énergie associée aux données enregistrées dans l'espace de stockage. Le présent mémoire porte spécifiquement sur cet aspect, soit sur le bilan énergétique des requêtes SQL (*insert*, *select*, *update* et *delete*) de la base de données relationnelles MySQL (traitées par les commandes Java et sauvegardées dans un premier temps dans un CTD local pour les comparer dans un second temps à leur stockage dans un nuage privé de l'infonuagique) équivalentes aux opérations CRUD (édition, consultation, modification et suppression).

L'hypothèse principale est la suivante : les données n'étant pas statiques, les opérations CRUD chapeautées par le téléchargement et le téléversement des données entre l'utilisateur de services infonuagiques et son lieu de stockage (le nuage privé) génèrent une énergie supplémentaire qu'il faut inclure dans le bilan global de l'ordinateur qui fait usage du stockage de données dans un nuage privé. À titre d'hypothèse secondaire, il est postulé que le type d'opération CRUD, leur taux de variation ainsi que l'ordre d'exécution de leur séquence de façon synchrone et asynchrone peuvent engendrer une augmentation ou une réduction de l'énergie consommée par l'ordinateur qui enregistre ses données dans un nuage privé.

Le présent travail de recherche n'a pas pour objet de se substituer aux décideurs en leur proposant une solution écoresponsable clé en main pour la gestion des leurs données informatiques. Il vise à l'apport d'une réflexion et à l'établissement d'un outil d'aide à la décision pour leur permettre de s'engager concrètement dans une stratégie environnementale pour l'amélioration de l'efficience énergétique de la gestion du stockage des données dans les nuages privés, et ce, en considérant l'ordinateur de l'usager de services infonuagiques comme un système couplé à son espace de stockage, le nuage privé. À cette fin, le travail de recherche se décline en trois sous-objectifs :

- Démontrer l'influence des facteurs externes dans l'établissement du bilan énergétique global de l'ordinateur, notamment celui de l'impact du téléversement et du téléchargement des données entre son lieu de traitement (l'ordinateur) et son lieu de stockage (soit le CTD local, soit le nuage privé);

- Profiler la consommation d'énergie d'un ordinateur attribuable aux opérations et aux séquences CRUD stockées dans un nuage privé en les comparant à celles sauvegardées dans un CTD local et;

- Fournir aux gestionnaires un cadre d'analyse et des lignes directrices pour la planification écoresponsable du choix de l'espace de stockage des opérations CRUD pour les aider à élaborer des politiques d'optimisation de l'énergie globale afin de changer la façon dont la création, la consultation, la modification et la suppression des données est déployée et utilisée dans les nuages privés.

Le présent mémoire est organisé en quatre chapitres. Le premier chapitre aborde la littérature sur le bilan énergétique de l'ordinateur, du CTD local et du nuage privé de l'infonuagique. Le second chapitre porte sur la méthodologie employée pour déterminer l'énergie consommée par les activités CRUD traitées sur un ou des ordinateur(s), d'un ou de plusieurs utilisateurs, de façon asynchrone et synchrone, et enregistrées dans un nuage privé. Le troisième chapitre décrit les résultats de la recherche. Le quatrième et dernier chapitre

Rapport-Gratuit.com

présente une macro-vision de l'impact environnemental des résultats en lien avec les autres paramètres pouvant affecter le bilan global des opérations CRUD. Des lignes directrices sont fournies pour la mise en place d'une gestion écoresponsable des opérations CRUD dans l'infonuagique. Pour conclure, des orientations futures du projet de recherche dans le domaine de l'informatique écoresponsable sont abordées.

CHAPITRE 1

REVUE DE LITTÉRATURE

1.1 Informatique traditionnel

1.1.1 Bilan énergétique du CTD local

1.1.1.1 Bilan énergétique de l'infrastructure et des équipements du CTD local

Un centre de traitement de données (« CTD ») est un site hébergeant des infrastructures logicielles et des équipements de TI pour traiter des données (via les serveurs), les stocker (via les périphériques de stockage) et les communiquer (via les périphériques du réseau) (Masanet *et al.*, 2011). Il contient aussi des composantes non TI comme des équipements qui gèrent le pilotage et la distribution de l'énergie pour assurer une source fiable d'électricité et les équipement de contrôle de l'environnement par les structures de refroidissement pour maintenir des températures acceptables et des conditions d'humidité optimale (Masanet *et al.*, 2011). Un seul CTD peut héberger d'un à des milliers de serveurs (Fanara, 2007). Selon sa taille, il est appelé armoire de câblage (chambre de serveur), salle de serveurs ou un centre de données (Bailey *et al.*, 2007). Pour avoir droit à l'appellation « centre de données », l'infrastructure informatique doit comporter au moins douze serveurs. (Bailey *et al.*, 2007). La majorité des serveurs sont localisés dans des chambres de serveurs et des salles de serveurs (Bailey *et al.*, 2007). Ils représentent la première classe (Tier 1) qui est utilisée à des fins commerciales (Masanet et *al.*, 2011). La seconde classe (Tier II) est également utilisée à des fins d'exploitation commerciales, à la différence qu'elle utilise le stockage externe. Les Tiers III et IV sont les CTD à usage industriel comme ceux de *Google* et de *Microsoft*. Contrairement au Tier II qui utilise le stockage externe de façon modérée, leur stockage est plus beaucoup plus important. L'**annexe I** illustre les principales distinctions entre les CTD ainsi que les technologies qu'ils utilisent (Masanet *et al.*, 2011).

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Historiquement, peu importe leur consommation en énergie, le CTD traditionnel (« CTD local ») était vu comme un instrument de productivité et de compétitivité (Breuil et *al.,* 2008). Il était conçu pour de forte tolérance aux grands changements opérationnels et de capacité en vue des expansions futures (Koomey, 2011). Aujourd'hui, plusieurs de ces CTD existants sont âgés de plus de quinze ans (IBM, 2011). En conséquence, les équipements de leur infrastructure sont susceptibles d'être de plus en plus inefficaces, inefficients et d'être à la fin de leur durée de vie utile (IBM, 2011). Ces composantes obsolètes consomment environ deux à trois plus la quantité d'énergie requise pour leur fonctionnement (IBM, 2011).

Les chercheurs se penchent de plus en plus sur la consommation d'énergie par les TIC (Breuil *et al.,* 2008). Selon Miller (2008) les CTD sont une source de consommation d'énergie intensive. Il rapporte les données d'*Uptime Institute* (2006-2007) qui indiquent que le taux croissance annuel de l'énergie consommée par les CTD mesurés est estimé à 24 %. Le rapport sur les émissions des gaz à effet de serres (GES) de l'industrie informatique publié par le *Carbon Disclosure Project* (2010) va dans le même sens, les CTD sont parmi les plus gros émetteurs de GES. L'empreinte de carbone (ECO2) représente le total des émissions des GES provenant d'un produit au cours de son cycle de vie (Carbon Trust, 2007). Contrairement aux autres mesures environnementales, elle se concentre entièrement sur les émissions de GES (Anderson et Rainie, 2010). Il n'y a pas une norme internationale unique qui a été convenue pour sa mesure (Barnitzke et *al.*, 2010). Toutefois, le *Greenhouse Gas Protocol* est devenu un standard de facto. Développé en partenariat entre le *World Resources Institute* et le *World Business Council for Sustainable Development*, le protocole prévoit notamment des normes et des directives pour les entreprises et autres organisations qui préparent un inventaire d'émission de GES (Barnitzke *et al.*, 2010). Les normes ISO 14064 et 14001 ISO 14064-1 sont utilisées dans le protocole. En Angleterre, elle est mesurée par le *Publicly Available Standard 2050*.

Gartner Inc. et le WWF Suède ont révélé que l'industrie des TIC voit le changement climatique et le développement durable comme une opportunité émergente (Mingay et Pamlin, 2010). Bien que cette industrie soit responsable de 2 % du relâchement mondial des

GES dans l'environnement (Pettey, 2007; Mingay et Pamlin, 2010), elle a globalement un effet favorable sur la réduction de l'émission des CO_2 (Breuil *et al.,* 2008). Et ce, due à son activité économique dans son ensemble, Breuil et ses collaborateurs (2008) estiment que les « TIC pourraient permettre d'économiser de 1 à 4 fois leurs propres émissions de GES ». Selon le rapport de WWF-Canada (2008), le *Innovating toward a low-carbon Canada: Using technology to transform tomorrow*, en peu de temps, les TIC (qui inclus les CTD) peuvent réduire les GES jusqu'à 20 millions de tonnes par années au Canada, soit l'équivalent de 3.2 millions de voitures de la circulation. WWF-Canada prévoit aussi qu'une « utilisation plus intensive des produits et services des TIC existantes, et l'adoption d'autres solutions technologiques à venir, pourraient certainement porter ces réductions encore plus loin, soit à 36 millions de tonnes par année d'ici 2020 » (WWF-Canada, 2008).

Bien que les TIC puissent réduire la consommation d'énergie et l'ECO2, cette réduction potentielle est partiellement freinée par la puissance utilisée par les CTD et les réseaux informatiques (Berl *et al.*, 2010). D'après le modèle d'usage *Carbon Footprint and Energy Efficiency* de l'*Open Data Center Alliance* (OCDA), la quantité de CO2 produit par tout CTD dépend notamment de quatre variables (dont les valeurs varient selon le fournisseur de nuage) multipliée entre elles selon l'équation 1.1: 1) la quantité d'équipement de TI utilisée en unité standard (tels que le nombre de serveurs et le volume de stockage (en gigaoctet); 2) la quantité d'électricité utilisée par unité (en kWh) (pour les serveurs, la quantité d'énergie consommée varient entre 40 à 50 % de la valeur de base); 3) l'énergie globale du CTD (en PUE) et; 4) la quantité d'émission de CO_2 selon la source d'électricité (quantité de CO_2 émis soit en kg par unité d'énergie ou en kW et dont la valeur est publiée par les organisations gouvernementales) plus les pertes transmises (Symonds, 2013-2014). Dans l'équation, les trois premiers paramètres représentent la quantité totale d'énergie. Au-delà, l'émission de carbone varie selon l'utilisation de ressources renouvelables et/ou du carbone externe au CTD (Symonds, 2013-2014).

$$\begin{bmatrix}\text{Quantité d'équipement TI}\\ \text{utilisée (en unité standard)}\end{bmatrix} \times \begin{bmatrix}\text{kWh d'életricité}\\ \text{utilisé par unité}\end{bmatrix} \times \begin{bmatrix}\text{Énergie fixe du}\\ \text{centre de données}\end{bmatrix} \times \begin{bmatrix}\text{Émission de carbone}\\ \text{des différentes sources}\\ \text{d'électricité + perte}\\ \text{transmise}\end{bmatrix} \tag{1.1}$$

Le PUE (*power usage effectiveness*) est l'indicateur d'efficacité énergétique. Il est le rapport entre l'énergie totale consommée par le CTD ou le centre de commutation sur l'énergie totale consommée par les équipements TI du CTD, tels que les serveurs, dispositifs de stockages, les routeurs, etc. (Baliga *et al.*, 2011). Le PUE est exprimé par l'équation 1.2.

$$\text{PUE} = \frac{\text{Énergie totale consommée par le centre de données ou le centre de commutation}}{\text{Énergie totale consommée par les équipements TI du centre de données}} \tag{1.2}$$

Il existe deux méthodes pour calculer les valeurs de l'équation du PUE. La première consiste à l'estimer en utilisant les informations disponibles sur les équipements selon les conditions d'opérations et températures ambiantes appropriées, et la seconde est par la mesure de la consommation d'énergie réelle des composantes (Dumitru *et al.*, 2011). Barnitzke *et al.* (2010) soutiennent que cette mesure ne s'appliquerait qu'à l'efficience de l'alimentation électrique, du refroidissement et des installations, puisque rien n'est mentionné sur son application des autres équipements de TI du CTD.

Pour être optimal, le PUE doit tendre vers 1 (Besson et Boustouller, 2011). Plus le niveau de disponibilité du CTD est élevé, plus le PUE augmente en raison de l'énergie électrique qu'elle consomme. Un PUE de 1.5 signifie que le CTD nécessite 1.5 fois plus de puissance pour répondre à son fonctionnement. Il ne semble pas y avoir d'étude sur les valeurs de PUE des CTD de Tier II. L'ensemble des recherches portent sur les CTD de type Tier III et IV. En 2008, il était communément admis qu'un CTD efficient devait avoir un PUE inférieur à 2.0 (Barroso et Hölzle, 2009). D'après une étude réalisée en 2006, 85% avaient un PUE de plus de 3.0 (Lim *et al.*, 2008). Ce taux élevé est due à la consommation d'énergie électrique par le bâtiment qui le contient ainsi que les systèmes mécaniques et électriques (Lim *et al.*, 2008). Uniquement 5% des CTD estimés avaient un PUE près de 2.0 (Barroso et Hölzle, 2009). D'autres recherches brossent un tableau plus positif des valeurs de PUE pour les tiers III et IV, soit un PUE estimé à 2.0 pour l'ensemble des 22 CTD étudiés (Greenberg *et al,*, 2006).

Selon l'Agence américaine de protection de l'environnement (*US Environmental Protection Agency*, EPA), entre les années 2007 et 2011, parce qu'on pouvait s'attendre raisonnablement à ce que les types d'équipement utilisés et l'efficience énergétique associée à leurs systèmes d'infrastructure TI demeurent constants au cours de cette période, le PUE d'un CTD traditionnel existant était stabilisé à 2.0 (Fanara, 2007). En 2011, Rasmussen réduit cette valeur à 1.92 pour l'utilisation d'équipements obsolètes dans un CTD traditionnel. L'EPA a estimé qu'en appliquant jusqu'en 2011 les pratiques d'éco-responsabilité (voir section 1.1.1.3), le PUE serait réduit à 1.7 pour les technologies utilisant les pratiques de bonne gouvernance et à 1.5 pour ceux qui s'appuient sur les meilleures pratiques et celles de l'état de l'art (**annexe II**) (Fanara, 2007). Pour 2011, Rasmussen (2011) avait prévu une diminution du PUE à 1.57 suite à l'utilisation des équipements de plus hautes densité.

En 2010, plusieurs CTD de Tier III et Tier IV ont annoncés des valeurs inférieures à 1.3. Masanet *et al.*, (2011) rappelle que ces valeurs ne sont pas précises, elles ne sont que des estimations. Bordage (2010) ajoute que les mesures de PUE de l'EPA sont faussées, puisqu'elles ne tiennent pas compte de « certains aspects clés dans son évaluation » tels que « l'emplacement géographique, les conditions climatiques, et le niveau de Tier ». Un récent rapport de la firme *Pike Research* (2011) indique qu'en 2015, les investissements mondiaux dans les technologies d'efficience énergétique des CTD représenteront 28 % du marché de 150 milliards de dollars dans les infrastructures de CTD. Le CTD du futur sera plus efficient énergétiquement, mieux adaptés aux nouveaux besoins des entreprises et des nouvelles technologies, et virtualisés pour assurer une utilisation optimale des ressources de TI, d'espace et d'énergie (Pike Research, 2011). Emerson prévoit aussi que le PUE continuera à varier en fonction des configurations et de l'efficacité des équipements, de l'infrastructure, du temps de l'année (en raison des équipements de refroidissement) et du climat local (Emerson Network Power, 2009). Cependant, l'augmentation rapide de nouvelles applications informatiques rendra difficile l'optimisation continuelle des CTD et encore plus difficile la prédiction des besoins futurs (Beaty, 2005). Par exemple, les coûts de la puissance de traitement diminuent au rythme rapide au cours duquel l'équipement informatique devient

obsolète et est vite remplacé (Beaty 2005) : les composantes du système chauffage, ventilation et climatisation (CVC) durent longtemps (entre 10 à 25 ans) mais les équipements informatiques des CTD ont une durée de vie relativement courte (de deux à cinq ans), donc le système CVC finit souvent par ne pas coïncider avec la technologie des équipements de refroidissements (Beaty 2005). Alors que la législation oblige de plus en plus les émetteurs de CO_2 à déclarer leurs émissions, de nombreuses organisations qui ne sont couvertes par de telles dispositions, commencent par anticipation aux règles éventuelles à surveiller leur ECO2, notamment les acheteurs, les exploitants et les gestionnaires de CTD (Barnitzke *et al.*, 2010). Les serveurs et le système de stockage ne sont pas les seules infrastructures qui consomment de l'énergie dans le CTD. En réalité les équipements de refroidissement consomment une quantité équivalente d'énergie (Kumar Garg et Buyya, 2012). Ranganathan (2010) suggère que pour chaque dollar dépensé sur les coûts de l'électricité dans des centres de données, un autre dollar est dépensé sur le refroidissement.

D'après Breuil et son équipe (2008), les incertitudes sur « l'exploitation dans les réseaux, les lieux et méthodes de production des équipements et encore plus sur les économies d'émissions de GES », un « bilan carbone global ne peut être établi avec fiabilité ». De plus, il est très difficile de quantifier avec précision cet apport (Mingay, 2007). Face à cette imprécision, il faut se reposer sur la consommation électrique liée au TIC qui est plus précise (Breuil *et al.,* 2008). La consommation en électricité des CTD a plus que doublée dans le monde entre les années 2000 et 2005 (Besson et Boustouller, 2011). En 2008, les CTD ont consommé 0,5 pour cent de l'utilisation de l'électricité mondiale totale et si la demande actuelle se poursuit, elle devrait quadrupler d'ici 2020 (Forrest, Kapland et Kindler, 2008). Aux États-Unis, un CTD local consomme autant d'énergie que 25 000 ménages (Forrest, Kapland et Kindler, 2008). Une étude de Gartner a révélé que les CTD (incluant leurs serveurs, la climatisation, les ventilateurs, les pompes, l'alimentation sans interruption, etc.) utilisent 100 fois l'énergie par pied carré qu'un immeuble de bureaux (Capuccio et Craver, 2007). Celui d'une puissance d'un Mégawatt (MW) peut consommer 20 millions de dollars d'électricité pendant sa durée de vie (Rasmussen, 2007; Rasmussen 2008).

D'après le *Green Grid Tech Report* (2007), les coûts d'alimentation d'électricité et de refroidissement sont les plus importants dans les CTD (Sawyer, 2004). Selon Rasmussen (2007, 2008), Banerjee *et al.* (2010) et Emerson (2009), ils représentent près de 50 % de leur énergie totale. Une étude détaillée menée par *HP* et l'*Uptime Institute* augmente ce chiffre entre 60 et 70 % (Malone et Belady, 2006). En 2020, il est estimé que l'investissement annuel dans la construction des CTD montera à plus de 220 milliards de dollars mondialement (Belady, 2011).

1.1.1.2 Bilan énergétique du stockage dans le CTD local

Depuis le début de l'ère informatique, de nombreuses solutions de stockage ont été déployées. De la disquette, les solutions de stockage se sont modernisées sur plusieurs supports hors ligne tels que le lecteur CD/DVD ou les clés USB (D'Souza, Stirpe et Madigan, 2006; Beesley, 2011). Cependant, ces solutions de stockages traditionnelles peuvent être longues et coûteuses à entretenir (Beesley, 2011). De plus, elles peuvent facilement être perdues, volées ou endommagées (Beesley, 2011). En surplus, elles nécessitent une gestion et des copies de sécurité doivent toujours être gardées hors site (Beesley, 2011). Presque l'ensemble des entreprises (93 %) ayant subies une perte importante de leurs données informatiques ferment leur porte dans les cinq ans (Toigo, 1989; Hatter 2004). L'enregistrement des données dans les serveurs d'un CTD demeure la solution la plus fiable et la plus sécuritaire. Elle est réalisée de façon périodique par le CTD qui leur alloue un espace qui varie dynamiquement avec la quantité d'information qui y est enregistrée (Zhang et Zhang, 2008).

Le stockage à long terme dans un CTD local est réalisé par des baies de disques durs, ainsi que les équipements associés (Armbrust, 2009). Les baies comprennent des fonctionnalités de soutien, tels que des mémoires cachées, les contrôleurs de matrice de disques, les boîtiers de disques, et des alimentations redondantes (Armbrust, 2009; Chang *et al.*, 2006). La sauvegarde des données est limitée par les bandes passantes, la capacité limitée de puissance de traitement, la gestion du temps et les coûts élevés d'entretien (He, Li et Zhang, 2010). Le

nombre de données augmente à un taux constant et exponentielle de 60% (IDC, 2009). La capacité de stockage dans les ordinateurs continue d'excéder les limites et constitue un défi majeur (He, Li et Zhang, 2010). En 2008, le nombre de fichiers de stockage a dépassé la croissance du stockage en bloc, une tendance qui devrait se poursuivre en raison du stockage de fichiers représentant 78 % du marché total en 2012 (IDC, 2009). Quant aux données stockées dans les CTD, elles représentent 80 % de l'empreinte énergétique des serveurs associés (Koomey et *al.*, 2007).

En 2009, le stockage ne représentait que 4 % de la consommation d'électricité d'un CTD et le double était prévu d'ici 2020 (Emerson Network Power, 2009). En 2011, l'ODCA indique un chiffre cinq fois plus élevé pour la consommation d'énergie en électricité par le stockage, soit 20 %. Pour la même année, des valeurs de 65 % ont été révélées pour la consommation d'énergie par les serveurs, 15% par le réseau, et le reste des composantes ont été identifiées comme ayant des effets minimes sur le bilan ou sont pris en considération dans le calcul du PUE (ODCA, 2011). Quant à l'ensemble du système de stockage (qui comprend les disques, le contrôleur de disques et les boitiers de disques), il consomme environ 79.1 % de toute l'énergie électrique du CTD, dont 63 % est consommée par les disques et les systèmes client ainsi que les serveurs consomment 16,9 %, dont 8,6 % est utilisé par la mémoire et 5,8 % est consommée par l'unité centrale de traitement (UCT) (Poess et Nambiar, 2010).

1.1.2 Amélioration de l'efficience énergétique du CTD local

1.1.2.1 Amélioration des infrastructures et des équipements du CTD: l'informatique écoresponsable

Dans les dernières années, la réduction de la consommation d'énergie électrique par le CTD a largement été étudiée et deux grandes tendances ce sont développées dans l'industrie des TIC: l'informatique écoresponsable et l'informatique en nuage (Makela et Luukkainen, 2013). L'informatique écoresponsable ou encore en anglais « *Green IT* », « *Green computing* » ou « *Eco green computing* » prend son origine dans le programme américain Energy Star lancé par l'EPA en 1992 (Hu, Deng et Wu, 2011). Le mot « vert » signifie

rendre l'utilisation de l'ordinateur encore plus efficace et ce, avec un impact nul ou minime sur l'environnement (Baliga *et al.*, 2011). C'est un nouveau paradigme de la conception du système informatique qui considère non seulement les performances de traitement, mais aussi l'efficacité énergétique (Naditz, 2008). En 2009, Lamb le décrit comme l'étude et la pratique de l'utilisation des ressources informatiques de manière efficace. En 2010, Murugesan ajoute qu'il s'agit donc d'une façon d'utiliser les ressources naturelles avec un impact minime ou nul sur l'environnement de manière efficace et efficiente tout au long du cycle de vie d'un produit ou d'un service : de la conception à la fabrication, à l'utilisation et à l'élimination des ordinateurs, des serveurs et des systèmes associés (Dedrick, 2010). Ces pratiques comprennent notamment la création et l'utilisation d'UCT efficient (Chauhan *et al.*, 2011). Actuellement, elle ne fait l'objet d'aucune définition unifiée, mais celle de Murugesan reflète bien son étendue (Hu, Deng et Wu, 2011).

D'après l'étude de *Forrester* (Mines, Daley et Lee, 2008), le marché de l'informatique écoresponsable passera de 500 millions de dollars en 2008 à 5 milliards en 2014 (Brodkin 2008). Ces chiffres montrent que le virage vert n'est plus une option, mais une nécessité (Brodkin 2008). Selon le rapport *Smart 2020*, elle aurait sauvée 7,8 gigatonnes d'équivalent de CO_2 en 2012 (soit 15 % de toutes les émissions de GES découlant des activités des TIC (Webb, 2008). Elle est subdivisée en deux catégories : d'abord, l'informatique verte traditionnelle ou l'informatique 1.0 qui consiste à réduire les émissions de carbone émanant de l'équipement informatique, des systèmes d'information et de l'infrastructure (Unhelkar, 2011) et en second lieu, l'informatique verte 2.0 qui consiste à réduire les émissions de carbone émanant de l'ensemble de l'organisation (Unhelkar, 2011). Le concept s'applique autant aux ordinateurs de table qu'aux serveurs (Unhelkar, 2011).

La littérature actuelle sur l'informatique écoresponsable suggère que les entreprises peuvent s'impliquer davantage dans une démarche de développement durable en réduisant l'ECO2 de leur CTD dans trois domaines précis : l'efficience énergétique, l'éco-gestion du cycle de vie des équipements et infrastructures TI ainsi que l'intégration des pratiques vertes dans les TI à titre de catalyseurs de l'éco-gouvernance (Capra et Merlo, 2009; Murugesan, 2008; Schreck

Rapport-Gratuit.com

et Dines, 2009). En 2008, la plupart des entreprises n'avaient pas un CTD efficient, et celles qui en possédaient un ne savaient pas comment maintenir leur efficience énergétique (Rasmussen, 2007; Rasmussen, 2008). Depuis la dernière décennie, considérant les valeurs de PUE, l'efficience énergétique des CTD double pratiquement à tous les quatre ans (Koomey *et al.*, 2011). D'après Kommey et ses collaborateurs (2011), il est raisonnable de croire que cette tendance va se poursuivre. L'efficience est « la qualité d'un rendement permettant de réaliser un objectif avec le minimum de moyens engagés » (Eco-Info, 2011). Une notion qui ne doit pas se confondre avec l'efficacité qui « mesure que l'atteinte d'un objectif sans précision des moyens utilisés » (Eco-Info, 2011). Il n'y a pas de définition officielle de l'efficience énergétique. Pour Éco-Info (2011), il s'agit l'« état de fonctionnement d'un système pour lequel la consommation d'énergie est minimisée pour un service rendu maximal ». Selon l'EPA, il est difficile d'en établir la définition pour des systèmes complexes tels que les CTD et le stockage (Fanara, 2007). Rasmussen (2007, 2008) indique que l'efficience énergétique se situe à trois niveaux dans un CTD : dans la puissance électrique, dans le refroidissement des équipements et dans la puissance de son infrastructure TI. Elle offre de nombreux avantages, comme la réduction des GES, la diminution des factures énergétiques, une fiabilité accrue et un soutien pour le système d'électricité (Fanara, 2007). Lors d'une démarche d'optimisation de l'efficience énergétique d'un CTD, il faut prendre en garde de contrôler l'ensemble des paramètres pouvant affecter à la baisse son efficience énergétique (Loper et Parr, 2007). De nombreux facteurs peuvent empêcher l'adoption des telles mesures comme les coûts, le manque de connaissances et les défaillances institutionnelles (Loper et Parr, 2007).

Le CTD écoresponsable est au centre des intérêts depuis quelques années (Ranganathan *et al.*, 2006). Il a évolué en réponse aux inquiétudes suscitées par la surutilisation d'énergie (Pike Research, 2011). Pour éviter d'en construire des nouveaux, les entreprises ont densifié leur puissance informatique qui s'est traduite par une augmentation substantielle de leur consommation électrique qui est « passée de 300 watts/m² au début des années 2000 à plus de 1 500 watts/m² en 2011 » (Besson et Boustouller, 2011). Dans l'objectif d'atteindre une meilleure efficience énergétique de leurs installations, les organisations tentent de concevoir

un CTD plus efficient afin de « faire fonctionner une salle informatique avec un maximum d'efficience énergétique, le plus longtemps possible, avec un impact minimal sur l'environnement, tout en maintenant le niveau de service attendu » (Besson et Boustouller, 2011). Un CTD « pourrait être considéré comme réellement vert dès lors que ses émissions de GES, la déplétion des ressources non renouvelables et les pollutions engendrées par la fabrication et la fin de vie des matériels qui le composent seraient réduites à zéro. Il s'agit donc d'un Graal inatteignable » (Besson et Boustouller, 2011). On dira donc qu'un CTD est écoresponsable lorsque son efficience énergétique est optimisée suffisamment pour « réduire drastiquement son coût de fonctionnement et limiter au maximum son empreinte écologique » (Besson et Boustouller, 2011). Pour atteindre un niveau supérieur d'éco-responsabilité, des technologies plus vertes doivent être ajoutées au CTD traditionnel existant et à cette fin, il existe trois niveaux, du moins efficient au plus efficient, l'application des pratiques de bonne gouvernance, des meilleures pratiques et des pratiques à l'état de l'art (Curry *et al.*, 2013). Dans la variété de standards pouvant améliorer l'efficience énergétique d'un CTD, certains portent sur l'ensemble de ses composantes, d'autres sur les composantes qui consomment le plus d'énergie ou sur des paramètres plus précis, comme la climatisation et l'énergie du bâtiment affectant l'efficience énergétique du CTD. Les technologies associés peuvent être divisées en trois groupe : a) électricité et réfrigération, b) infrastructure efficiente et c) gestion efficiente de l'énergie (Zhang *et al.*, 2010).

Plusieurs soulignent l'importance la mise en œuvre par les entreprises d'une unité de mesure pour suivre la consommation d'énergie dans leur CTD (Miller, 2010; Koomey *et al.*, 2011; Curry *et al.*, 2013). Le consortium *The Green Grid* a développé au début de l'année 2011, le modèle *Data Center Maturity Model* (DCMM) pour parvenir à une plus grande l'efficacité énergétique des CTD à la fois aujourd'hui et dans l'avenir. Le DCMM (**annexe III**) touche à tous les aspects du CTD, y compris l'alimentation, le refroidissement, le stockage et le réseau (Green Grid, 2011). Les utilisateurs finaux peuvent comparer leur rendement actuel en utilisant le DCMM qui contient des niveaux d'éco-responsabilité de 0 à 5 afin de développer un CTD avec les meilleures pratiques, soit le niveau 2 qui correspond à 92 % d'efficience pour une utilisation normale. Le niveau 0 équivaut à aucun progrès; le niveau 1 à

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

l'application partielle des meilleures pratiques; le niveau 2, aux meilleures pratiques; les niveaux 3 et 4 sont des standards encore de plus en plus écoresponsables; et le niveau 5 à un horizon dans cinq ans. Une amélioration du PUE de 0.35 est prévu annuellement pour l'application des pratiques du niveau 2 (Miller, 2010; Koomey *et al.*, 2011; Curry *et al.*, 2013).

En Europe, le *2011 Best Practices for the EU Code of Conduct on Data Centres* (2011 BPCoC) énonce un mode de gestion efficace des CTD et met en place une métrique ainsi qu'un système de surveillance. Pour le moment il s'agit d'une participation volontaire, en vue d'une future directive européenne. Le code contient une liste exhaustive des meilleures pratiques ainsi que des aides documentaires et des procédures de mesure (Bertoldi, 2011). Les CTD peuvent être autorisés à utiliser le logo du code si les programmes d'amélioration ont été reconnus par la Commission européenne. Contrairement au Rapport de l'EPA, le 2011 BPCoC considère le CTD comme un système complet, y compris tous les bâtiments, les installations et les salles qui contiennent des serveurs d'entreprise, les équipements de communication de serveur, de refroidissement et de l'équipement électrique. Le code énonce des pratiques à suivre pour cinq activités du CTD : pour toutes les applications du CTD existant, lors d'installation de logiciel ou mise à jour du CTD; lors du remplacement des équipements de CTD; pour les CTD nouvellement construits; et les pratiques optionnelles pour toute les situations. Une valeur qualitative entre 1 à 5, 5 indiquant la valeur maximale, est attribuée pour chacune des pratiques proposées dans le code. Il est précisé que ces valeurs ne sont pas quantitatives, car cela nécessiterait des données à grande échelle sur les effets de chaque pratique ou sur une technologie qui n'est pas encore disponible, ainsi qu'un système complexe de notation représentant l'augmentation ou la réduction combinatoire des valeurs pratiques individuelles au sein d'une installation spécifique (BPCoC, 2011).

Il existe des standards additionnels sur des éléments spécifiques du CTD. Depuis 2012, la norme ASHRAE a été remplacée par la norme ETSI EN 300 019 qui est obligatoire pour suivre les normes imposées par le code. D'autres initiatives ont été entreprises pour les bâtiments comme les normes LEED et les normes BREEAM. Des sociétés privées ont

également mise en place des pratiques par le biais de livres blancs et livres verts. Emerson Network Power (2009) dans un papier blanc intitulé *Energy Logic: Reducing Data Center Energy Consumption by Creating Savings that Cascade Across Systems,* propose des pratiques via l'effet cascade pour réduire l'efficience énergétique du CTD mid-tier écoresponsable. D'autres entreprises privées (*Dell*, *IBM*, *Oracle*, *Net APP Éco Info*, etc.) ont aussi proposées des standards.

1.1.2.2 Amélioration de la gestion des données dans le CTD : les systèmes de gestion de données

La gestion du cycle de vie de l'information (ILM)

Les études précédentes soulignent la nécessité de développer une approche globale de l'efficience énergétique qui considère le système dans son ensemble (Baliga *et al.*, 2011; Moore *et al.*, 1999; Bryant, 2007). La gestion du cycle de vie de l'information (*Information Lifecycle Management* ILM) comporte des stratégies pour gérer les systèmes de stockage des périphériques de l'ordinateur. Ces stratégies comprennent des politiques, processus, pratiques, services et outils utilisés pour aligner la valeur commerciale de l'information avec le support de stockage le plus approprié et le plus rentable (Yuhanna, 2011). L'ILM réduit le coût de sauvegarde des données en les séparant en différentes catégories en fonction de leur cycle de vie et de leur valeur pour l'entreprise (Gu, Lago et Potenza, 2013). Les données seront déplacées vers une infrastructure de stockage désignée en fonction des politiques établies (Gu, Lago et Potenza, 2013). Le stockage a généralement une durée de vie de plusieurs années. Dans l'ILM, une organisation ne remplira jamais complètement l'espace de stockage disponible, mais elle laissera un espace libre pour gérer la croissance des données au cours de la période du cycle de vie du stockage, soit un seuil de sécurité (Gu, Lago et Potenza, 2013). Si la croissance annuelle des données du CTD est connue, elle peut être utilisée pour faire des prévisions sur la quantité de données à stocker dans le futur (Gu, Lago et Potenza, 2013). L'espace libre gaspillé dans les systèmes de stockage peut être quantifié et des mesures peuvent être prises pour les éliminer (Gu, Lago et Potenza, 2013).

La gestion du contenu (ECM)

Les données de l'entreprise qui ne sont pas déjà gérées par une base de données peuvent être regroupée et gérées sous formes électroniques par la gestion de contenu (en anglais *Enterprise Content Management,* ECM). L'ECM comprend les stratégies, les outils, les processus et les compétences requises par une organisation pour gérer ses ressources d'information au cours de leur cycle de vie, y compris tous les actifs numériques tels que des documents, données, rapports et pages web (Smith et McKeen, 2003). De la création à la destruction du document, elle « comprend les phases de création/capture, stockage, indexation, gestion, nettoyage, distribution, publication, recherche et archivage, en faisant le lien du contenu avec les processus du business » (Tisseyre, 1999). Elle peut gérer l'archivage d'une entreprise en stockant des données au cours de leur période de conservation, qui peut durer jusqu'à plus de 10 ans (Mullins, 2006; Gu, Lago et Potenza, 2013).

L'Internet des objets (IdO)

Pour pallier à la croissance du volume des données massives (*big data*), l'Internet des objets (IdO) prolonge l'Internet au monde physique. Il lie et récupère les données à distance pour les connecter directement à Internet via des capteurs, des marqueurs radio-étiquettes et des objets intelligents (Ali et Abu-Elkheir, 2012). Ce paradigme est considéré comme la « troisième évolution de l'Internet, baptisée Web 3.0 qui fait suite à l'ère du Web Social » (Benghozi, Bureau et Massit-Follé, 2009).

Le cycle des activités CRUD

Pour convertir les données en information suivant leur manipulation, leur tri et leur calcul conformément aux protocoles définis, les chercheurs font références au CRUD (Mashkoor et Fernandes, 2007). L'acronyme correspond en anglais aux opérations *create, read, update et delete*, traduites en français par créer (C), lire (R), modifier (U) et supprimer (D). Ces quatre activités ont un rôle essentiel dans tout système de traitement de données (Politano, 2001;

Mashkoor et Fernandes, 2007; Welling et Thomson, 2009). L'approche démontre les interactions entre les données et les procédés et mesure le processus de modélisation au sein d'une entreprise (Politano, 2001). Dans leur recherche Jukić, Jukić et Nestorov (2013) mentionnent que bien que les activités CRUD considèrent chaque processus comme un monolithe sans le décomposer en différentes étapes, elles peuvent reconnaître que toutes les interactions entre le système et ses acteurs constitutifs ont un impact potentiel sur l'état des données dans le système. Le tableau 1.1 illustre différents secteurs d'activités où les opérations CRUD sont utilisées.

Tableau 1.1 Description des opérations CRUD utilisées dans divers secteurs d'activités

Exemple d'utilisation des opérations CRUD	**Description**	**Références**
Mise en place d'une architecture avec des composantes réutilisables dans une **firme comptable**	CRUD mesure les services avec l'interface de programmation CLI (Call Level Interface via Java Database Connectivity)	*Mortágua Pereira, Aguiar et Santos, 2013*
Mise en place d'un environnement de bureau donnant accès en ligne aux **étudiants universitaires à l'inscription aux cours** et aux notes de cours	L'interface de programmation est basée sur les opérations CRUD et ajoute l'opération « notification » en mode « push » pour que le serveur avise les étudiants des inscriptions restantes dans le cours.	*Ismail et al., 2011*
Algorithmes pour sécuriser les informations d'une architecture orientée service dans le domaine de la **télémédecine**	Les applications dans la base de données sont établies sur le profil des opérations CRUD pour ajouter, retrouver, mettre à jour et supprimer le dossier d'un patient.	*Shaikh et al., 2009*

Les activités CRUD sont équivalentes à plusieurs requêtes de programmation tel que démontrées au tableau 1.2.

Tableau 1.2 Requêtes de programmation équivalentes aux opérations CRUD

Exemples	Requêtes de programmation utilisées équivalentes à CRUD	Références
Relations entre les ressources et les attributs du *World Wide Web* (WWW)	***GET*, *PUT*, *POST*** et ***DELETE*** du **protocole de transfert hypertexte HTTP** pour une communication client-serveur dans l'architecture REST (*Representational State Transfer*)	*Rathod, Parikh et Buddhadev, 2013*
StressCloud pour génèrer automatiquement les profils de performance du CTD infonuagique et de l'énergie consommée par les données massives qui y sont stockées	***INSERT*, *SELECT*, *UPDATE*** et ***DELETE*** du système de gestion de bases de données relationnelles (SGBDR) MySQL qui utilise le langage de **requête SQL (*Structured Query Language*)**	*Welling et Thomson, 2009* *Chen et al., 2014*
Processus de décision informatique dans les secteurs (aérien, automatisation industriel, réseaux intelligents, finances) où la fiabilité des données est cruciale	***WRITE, READ, WRITE*** et ***DISPOSE*** de la norme ***Data Distribution Service* (DDS)**	*Bellavista et al., 2013* *Bouhouch et al., 2014*

Avec la SGBD *Microsoft SQL*, Chen et ses collaborateurs (2014) ont mesurées individuellement les opérations CRUD. L'énergie consommée par chaque requête SQL est la différence de la puissance moyenne entre le serveur en pleine charge et au repos multipliée par le temps d'exécution de la requête SQL (Chen *et al.*, 2014). La puissance moyenne au repos et en activité est mesurée par *PowerNode* (un équipement de profilage de consommation d'énergie pour des données volumineuses développées par l'entreprise GreenWave Reality) puis le *StressCloud* (un outil d'analyse de performance et d'énergie pour les CTD infonuagiques) le système qu'ils ont mis en place est utilisé pour déterminer la puissance en temps réel à chaque seconde du test (Chen *et al.*, 2014). Ensuite, la puissance moyenne consommée est calculée, puis elle est multipliée par le temps d'exécution d'une seule requête pour obtenir l'énergie totale de la tâche (Chen *et al.*, 2014).

1.2 L'informatique en nuage

1.2.1 Définition, modèles de services et modèles de déploiement de l'infonuagique

Les données peuvent également être sauvegardées à l'extérieur du disque dur de l'ordinateur ou des serveurs de l'entreprise, dans l'infonuagique (*cloud computing*). L'expression a largement été définit par la littérature scientifique (Ferland, 2011; Geelan, 2008; Buyya *et al.*, 2008; Vaquero *et al.*, 2009; Plummer *et al.*, 2008; DeVore, 2010; Solis Moreno et Xu, 2011). À quelques nuances près, ces définitions recoupent la même réalité en distinguant essentiellement entre ses caractéristiques (Sauveur, 2013). En dépit de la multiplicité de ces définitions, à l'heure actuelle aucune d'elles n'est officielle. La plus retenue est celle du *National Institute of Standards and Technology* qui en est à sa quinzième tentative :

> « L'informatique dans les nuages est un modèle pratique, à la demande, pour établir un accès par le réseau à un réservoir partagé de ressources informatiques configurables (réseau, serveurs, stockage, applications et services) qui peuvent être rapidement mobilisées et mises à disposition en minimisant les efforts de gestion ou les contacts avec le fournisseur de service » (Mell et Grance, 2009).

Foster *et al.* (2008) soulignent que peu importe la définition sélectionnée, elle doit faire référence à trois éléments clés, soit la distribution de l'énergie, la virtualisation et le stockage. L'infonuagique comprend trois principaux modèles de services, le logiciel en tant que service (*SaaS*), La plateforme en tant que service (*PaaS*) et l'infrastructure en tant que service (*IaaS*) (Su *et al.*, 2012; Baliga *et al.*, 2011). Le *SaaS* offre à l'utilisateur une application logicielle basée sur le web complète prête à être utilisée (par exemple *Gmail* de *Google* et *Google docs*) sans avoir à construire une infrastructure technologique et à s'occuper de l'entretien (ce qui est réalisé par le fournisseur de *SaaS*) (Su *et al.*, 2012). Le *PaaS* offre une plateforme de développement (par exemple *Google*) et l'*IaaS* offre le stockage et l'hébergement de base de données (par exemple *Amazon*) (Su *et al.*, 2012). De ces modèles principaux ont évolués le stockage en tant que services (*StaaS*) (en anglais le

Storage-as-a-service ou *data Storage-as-a-Service* (dSaaS)), qui est une sous-catégorie du modèle *IaaS* (Innocent, 2012).

L'ensemble de ces services peuvent être rendus sur quatre types de modèles de déploiement : le nuage privé, le nuage public, le nuage communautaire et le nuage hybride (Pawlish, Varde, et Robila, 2012; Dalapati et Sahoo, 2013; Baliga *et al.*, 2011). Le nuage privé est créé pour une entreprise unique (Baliga *et al.*, 2011). Il est hébergé derrière son pare-feu et fournit des services seulement à ses utilisateurs internes (Dalapati et Sahoo, 2013; Prabavathy, Priya et Babu, 2013). Il peut être consulté sur l'intranet où les ressources sont partagées entre les différents bureaux et unités d'affaires concernées (Dalapati et Sahoo, 2013). Quant au nuage public, ouvert au grand public, il est hébergé sur l'Internet et sa plateforme et ses applications logicielles sont partagées entre plusieurs entreprises. N'importe quel utilisateur peut y avoir accès dès qu'il a une connexion Internet (Dalapati et Sahoo, 2013). Les exemples incluent les services *StaaS* de *Google Docs*, *Elastic Compute Cloud* d'*Amazon* et les services *PaaS Windows Azure* de *Microsoft*; *intelligents Business Services* d'*IBM*, *Salesforce.com* et *Webex* (Baliga *et al.,* 2011). Le nuage communautaire est à l'usage exclusif d'une communauté restreinte, telle qu'un groupe d'entreprise (Prabavathy, Priya et Babu, 2013). Deux ou plusieurs de ces modèles peuvent être combinés pour former un nuage hybride qui couvre à la fois les avantages des nuages publics et privés : elle gardera sous son contrôle ses données sensibles et confidentielles dans le nuage privé et stockera dans le nuage public les données moins critiques (Kumar Garg et Buyya, 2012; Dalapati et Sahoo, 2013).

1.2.2 Bilan énergétique de l'infonuagique

La gestion de la consommation d'énergie par les CTD de l'infonuagique a conduit à une amélioration importante de leur efficience énergétique (Orgerie et Lefevre, 2011; Baliga *et al.*, 2011; Sabry et Krause, 2012). Les efforts de recherche dans le domaine de l'informatique écoresponsable sont nombreux. Ils sont décrits ci-après et résumés au tableau 1.3.

Tableau 1.3 Recherches sur l'optimisation du bilan énergétique du CTD infonuagique

Domaine de recherche sur le CTD infonuagique	Description	Références
Procédures administratives simples	Horaires de veilles des serveurs inactifs des CTD des nuages	*Makela et Luukkainen, 2013* *Bolla et al, 2013*
	Mise sous tension et hors tension des serveurs selon les pics de la demande	*Liu et al, 2009* *Sahoo et Mukherjee, 2010* *Wadhwa et Verma, 2013*
Algorithmes	Mise à l'échelle de tension dynamique (*Dynamic Voltage/Frequency Scaling*, DVFS*)	*Izadpanah et al., 2013*
	Réduction de l'énergie consommée par équipements de refroidissement	*Malone et Belady, 2006* *Taylor, Kosik et Oathout, 2010* *Gu, Lago et Potenza, 2013* *Linus Touring, 2014*
Utilisation d'équipements certifiés	*Energy Star*, TCO, etc.	*Berl et al., 2010*
Bâtiments éco-efficient	Qui abritent les CTD infonuagiques	*Pamlin, 2008*
Gestion des serveurs du CTD	Leur alimentation	*Dalapati et Sahoo, 2013* *Makela et Luukkainen, 2013*
	Leur remplacement	*Hu, Deng et Wu, 2013*
	Leur consolidation	*Srikantaiah, Kansal et Zhao, 2008*
	Leur virtualisation	*Wu et al., 2010* *Beloglazov et al., 2011*
Solutions matérielles et logicielles	Exemple : rééquilibrage de charge pour la déduplication des données pour les stocker uniformément près de nœuds de stockage et réduire l'énergie consommée	*Prabavathy, Priya et Babu, 2013*

Note : * Le DVFS gère la puissance de l'architecture de l'ordinateur en augmentant ou en réduisant la fréquence de ses équipements. Selon les circonstances, il conduit à une économie d'énergie, augmente les performances de l'ordinateur (Shang, Peh et Jha, 2003; Oliveira, Fürlinger et Kranzlmüller, 2012) ou réduit la vitesse de l'horloge du processeur (Von Laszewski *et al.*, 2009).

Rapport-Gratuit.com

Il y a peu de différence énergétique entre le mode inactif (*idle mode*) et le mode actif du dispositif de stockage lors de l'allocation des ressources infonuagique d'un fournisseur de nuage à un client: peu importe l'espace utilisé, si aucun disque ou contrôleurs sont désactivées ils continuent à consommer de l'énergie (Gu, Lago et Potenza, 2013). Par exemple, lors du stockage dans les disques durs de l'ordinateur, la plupart de l'énergie est utilisée pour maintenir sa rotation même lorsqu'il est au repos ou inactif (Gu, Lago et Potenza, 2013). La fréquence d'accès au nuage peut créer une différence dans la consommation d'énergie, mais la différence est peu visible (Gu, Lago et Potenza, 2013). En conséquence, il n'est pas pertinent de comparer la consommation d'énergie d'un dispositif de stockage hors ligne rempli à 80 % avec celui remplit à 30 % hors ligne et qui stocke 50 % des données dans les nuages (Gu, Lago et Potenza, 2013).

D'après l'*Uptime Institute* 60 à 70 % de l'énergie des CTD infonuagiques est consommée par l'équipement de refroidissement (Malone et Belady, 2006). Les CTD infonuagiques ont besoin d'espace, de sécurité et d'un environnement à température contrôlée (Linus Touring, 2014). Plusieurs types de CTD ont été déployés pour tenter de répondre à l'ensemble des préoccupations. Faute d'espace, l'entreprise qui veut détenir son propre nuage privé, au lieu d'en faire la location d'un FdNP, peut acheter une péniche et louer un quai pour amarrer un CTD infonuagique flottant (Linus Touring, 2014). Linus Touring (2014) mentionne que le nuage sur l'eau est plus sécuritaire que celui localisé sur la terre ferme, puisque personne ne peut s'approcher de ce CTD sur l'eau sans être aperçu. La localisation du CTD flottant ne peut toutefois le protéger contre tous les attaques des tiers. Les hackers peuvent trouver moyen d'y accéder. De plus, il est sujet aux catastrophes écologiques (tempêtes côtières et des ouragans). Quant au problème de température, contrairement aux autres CTD infonuagiques, il n'a pas besoin d'un système de supports pour refroidir les serveurs qui dégagent de la chaleur : le nuage localisé sur l'eau n'a pas besoin d'un système complémentaire aussi performant, puisque l'eau de l'océan refroidit les serveurs (Linus Touring, 2014). D'autres nuages comme celui de *Wynyard* localisé dans le nord de l'Angleterre sont conçu pour réduire l'énergie système de refroidissement : l'air libre progressive et une infrastructure efficiente et durable incorpore des matériaux recyclés et

récole l'eau de pluie (Taylor, Kosik et Oathout, 2010). L'installation est conçue pour fonctionner sans refroidisseurs pour 98 % de l'année et son PUE moyen est moins de 1.2 (Taylor, Kosik et Oathout, 2010). D'autres ont trouvé des solutions plus créatives pour économiser de l'énergie. Le système de stockage contient les contrôleurs et les baies des disques durs (Gu, Lago et Potenza, 2013). Les autres composantes comme les ventilateurs et les alimentations sans interruption (ASI) sont peu importantes dans le contexte de stockage des données (Gu, Lago et Potenza, 2013). Les ventilateurs utilisés pour refroidir les supports du CTD font partie du système de refroidissement, et donc son bilan d'énergie sera considéré que dans le contexte d'énergie de refroidissement (Gu, Lago et Potenza, 2013).

L'ensemble des recherches sur les CTD de l'infonuagique sont liées à l'efficience énergétique de leurs équipements et infrastructures TI. Peu d'études portent sur l'économie d'énergie dans le réseau et rares sont celles qui ont considéré le bilan énergétique des données qui migrent vers l'infonuagique pour y être stockées. Moore *et al.* (1999) ainsi Bryant (2007) soulignent que des recherches intensives doivent portées sur leur transport rapide et efficient vers les nuages. Les modèles énergétiques sont surtout conçus pour les CTD massifs de l'infonuagique, ceux portant sur l'efficacité des PC utilisant le stockage dans l'infonuagique sont généralement négligés (Kumar Garg et Buyya 2012; Saxe, 2008). Mayo et Ranganathan (2005) ont mentionné dans leur étude que même les tâches aussi simples que celles d'écouter de la musique consomment une quantité d'énergie variable en fonction du dispositif qui la projette. Baliga et ses coauteurs (2011) font valoir que pour obtenir une image claire de la consommation totale d'énergie du stockage dans l'infonuagique, une analyse approfondie de l'infonuagique est nécessaire, mais il est également important de considérer l'énergie nécessaire pour le transport des données.

Une étude de la firme de recherche *Accenture* indique que la migration vers l'infonuagique peut réduire le total des émission des CO_2 des entreprises (Abood *et al.*, 2010). Selon le rapport, les petites entreprises connaissent la réduction la plus importante, soit jusqu'à 90 % d'économie des ressources et de réduction de GES par l'utilisation des applications dans l'infonuagique (Abood *et al.*, 2010). Les grandes entreprises et celles de moyennes tailles

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

peuvent économiser respectivement entre 30-60 % et 60-90 % (Kumar Garg et Buyya, 2012). Ces économies sont dues à la grande efficacité des CTD infonuagiques qui sont conçue à grande échelle. Dobson (2014) considère que l'infonuagique est une technologie verte puisque c'est une technologie qui permet de partager des documents numériques avec d'autres sans avoir à les imprimer sur un document distinct, ce qui élimine les sous-produits informatiques (le papier). Il ajoute que l'accès au document en tout lieu et en tout temps offre une flexibilité dans le monde du travail où l'employé peut travailler à la maison ce qui économise les coûts en énergie du poste de travail au bureau et réduit l'impact des moyens de transport utilisés pour se rendre au travail (Dobson, 2014).

En dépit des préoccupations en matière de sécurité des données dans l'infonuagique, il y a un ralentissement de l'expansion des CTD traditionnels attribué à l'innovation apportée par l'infonuagique (Kansal, *et al.*, 2010). Nombreux sont les chercheurs qui soutiennent que les futures CTD augmenteront leur taux d'utilisation des nuages (Pawlish, Varde et Robila, 2012). Selon Harms et Yamartino (2010), l'informatique écoresponsable doit trouver un nouveau modèle pour l'infonuagique, puisque les ressources des nuages sont de plus en plus utilisées (Makela et Luukkainen, 2013).

Pour d'autres, l'infonuagique est loin d'être un technologique écoresponsable. Dans son rapport intitulé *How clean is the cloud?*, Greenpeace (2012) explique qu'en raison de la croissance collective et continue de la demande et de l'utilisation des ressources informatiques, l'infonuagique ne peut qu'aggraver les problèmes d'émission de GES et de réchauffement climatique (Cook, 2012). Selon eux, même le centre de données le plus efficacement construit avec les taux d'utilisation les plus élevés, ne peut que mitiger, plutôt qu'éliminer les émissions nocives de dioxyde de carbone (Kumar Garg et Buyya, 2012). Greenpeace invoque que les fournisseurs de services infonuagiques sont plus intéressés à la réduction des coûts d'électricité que celle des GES (Cook, 2012; Kumar Garg et Buyya, 2012). L'infonuagique peut également augmenter le trafic d'Internet, ce qui ne peut qu'accroître sa consommation d'énergie (Kumar Garg et Buyya, 2012).

Makela et Luukkainen (2013) soulèvent l'étude de Jayant Baliga et ses associés (2011) qui ont également examiné le caractère vert de cette avancée technologique. Les conclusions révèlent que pour un utilisateur qui consomme massivement des données, l'infonuagique peut s'avérer une solution écologique. Toutefois, ils mentionnent que la forte utilisation du réseau a un effet négatif sur le bilan global de l'infonuagique (Baliga et *al.*, 2011). Cette conclusion est toutefois contestée dans le présent mémoire.

1.3 Migration des données dans le nuage privé

1.3.1 Description et mesure de l'énergie du système permettant la migration des données entre l'utilisateur et le CTD local ou le CTD du nuage privé

1.3.1.1 Système A : l'ordinateur

Les ordinateurs comprennent généralement une UCT, une mémoire vive (*Random Access Memory*, RAM), un disque dur (*Hard Disk Drive*, HDD), un processeur graphique (GPU, *Graphics Processing Unit*), la carte mère et une unité d'alimentation électrique (Baliga et *al.*, 2011). La puissance totale consommée par un système informatique, y compris l'UCT est séparée en deux composantes, la puissance du système (P_{system}) et la puissance de l'UCT (P_{CPU}). Le P_{CPU} est la puissance consommée par l'UCT et P_{system} celle consommée par le reste du système (De Vogeleer et *al.*, 2014). Le P_{CPU} comprend la puissance consommée par l'UCT pendant la commutation ($P_{dynamic}$), soit le changement d'activité du transistor et P_{leak}, la puissance provenant des fuites inhérentes du transitor. P_{leak} n'est donc pas pertinent pour le calcul de l'utilisation du CPU (De Vogeleer *et al.*, 2014). Même si les ordinateurs sont identiques en termes d'équipement informatiques et utilisent le même logiciel, leur puissance varie d'un ordinateur à l'autre (Han et Gnawali, 2012).

Des études récentes ont montré que la grande majorité des postes de travail et ordinateurs de bureau sont dans la plupart du temps dans un état inactif (Han et Gnawali, 2012; Joukov et Sipek, 2008). Selon un rapport du *Public Interest Energy Research* (2011), 62% des ordinateurs de bureau dans les PME fonctionnent souvent en mode d'attente ou au repos

pendant la nuit et le week-end (Mercier et Moorefield, 2011). Le pourcentage moyen d'inactivité de l'UCT des ordinateurs d'une salle de classe universitaire a été mesuré à 97.9%, alors que la mémoire de ces ordinateurs n'est inactive qu'à 42.1% (Han et Gnawali, 2012; Domingues, Marques et Silva, 2005). Heap et *al.*, (2003) ont mesuré périodiquement pendant 15 minutes l'activité des serveurs Windows et Unix. L'étude révèle que les UCT des serveurs Windows et Unix sont respectivement inactifs en moyenne à 95% et 85% du temps de la journée. Une autre étude plus ancienne (Acharya, Edjlali et Saltz, 1997) mentionne un taux de 80% de période d'inactivité pour les PC (Han et Gnawali, 2012).

Chauhan *et al.* (2011) proposent les mesures suivantes pour réduire la puissance électrique de l'ordinateur de manière à minimiser sa consommation d'énergie sans affecter la quantité et la qualité du travail effectué (Chauhan *et al.*, 2011) : 1) éteindre l'ordinateur en cas d'inutilisation; 2) permettre au moniteur d'accéder au mode veille après une certaine période d'inutilisation; 3) configurer l'ordinateur au repos pour que son disque dur soit en mode veille à faible puissance, et; 4) configurer l'écran en mode veille après une période d'utilisation ralentie. Mercier et Moorefield (2011) ajoutent qu'il faut changer les écrans d'ordinateur pour des plus efficients.

Newsham et Tiller (1994) expriment l'énergie consommée annuellement (Q_{ann}) (en watt.heure) par un PC comme la puissance de branchement (P) en Watt lorsque l'ordinateur est allumé fois le nombre d'heure ($T_{ann'}$) que l'ordinateur est allumé par année (formule 1.3) :

$$Q_{ann} = P \times T_{ann'} \tag{1.3}$$

Ils mentionnent toutefois qu'il faut considérer la chaleur générée par l'équipement informatique qui impose une charge de refroidissement du bâtiment. Pour calculer la chaleur (température en °C) ajoutée à la température de la pièce par un PC, Vijaykumar, Rajkarthick et Karthik (2011) utilisent l'équation 1.4 où T est la variation de la température en degré Celsius, P la puissance de dissipation de la chaleur en watt, t le temps en seconde et V le

volume de la pièce en mètre cube. L'équation varie en fonction densité et la capacité de la chaleur.

$$T = 8{,}257e^{-4} \times P \times t/V \tag{1.4}$$

Le tableau 1.4 présente la description des PC couramment utilisés par les usagers pour accéder aux services infonuagiques. Elle indique également la puissance énergétique de leur disque dur moderne en mode inactif (*idle*) et en pleine charge (*full load*). Les équipements dans le tableau sont classés selon leur sortie sur le marché. Les PC plus anciens de moyenne gamme (*old mid-range computer*) ont une capacité beaucoup plus faible que ceux de même gamme et qui sont plus récents (*modern mid-range computer*) (Baliga *et al.*, 2011).

		Power Consumption	
Equipment	Parts	Idle	Full Load
Modern mid-range computer	Intel E5200 @ 2.5 GHz, 2 GB RAM	70 W	110 W
Old mid-range computer	Intel Pentium 4 @ 2.86 GHz, 1 GB RAM	125 W	210 W
Modern high-end computer	Intel Q6600 @ 2.4 GHz, 4 GB of RAM	110 W	175 W
Low-end laptop	Intel Atom @ 1.6 GHz, 2 GB RAM	18 W	18 W
Terminal	-	8 W	8 W
2.5" HDD	Western Digital Scorpio Blue	0.25 W	2.5 W

Tableau 1.4 Équipements, composantes et puissance énergétique au repos et en pleine charge des ordinateurs de table couramment utilisés par les usagers pour accéder aux services infonuagiques (*Baliga et al., 2011*)

1.3.1.2 Système B1 : le CTD local

Masanet et al. ont développé en 2011 un modèle mathématique pour estimer l'électricité consommée par les CTD selon différents lieux géographiques. Contrairement aux études antérieures, leurs travaux s'appliquent non seulement aux CTD de Tier III et IV sujet à des taux d'électricité industriel, mais à tous les types de CTD, incluant ceux ayant des taux d'électricité commerciaux. De plus des équations sont fournies non seulement pour la mesure

de l'électricité globale du CTD, mais pour tous ses équipements à fortes consommation d'énergies (serveurs, dispositifs de stockage et baie de réseaux).

Pour l'équipe de Masanet (2011), l'électricité consommée (E_j^{ST}) par les périphériques de stockage externes dans la zone de stockage j (en (kWh/γ) est exprimée en fonction du nombre standard de périphériques de stockage externe installés dans la zone de stockage (N_j^{ST}), du ratio de réduction des périphériques pour le stockage externe dans la zone de stockage (ρ_j^{ST}), de la consommation annuelle standard d'électricité (en (kWh/γ) utilisée par les périphériques de stockage externe dans la zone de stockage ($\hat{e}_j^{ST}$), de la fraction de l'efficience énergétique des périphériques de stockage externe dans la zone de stockage (α_j^{ST}) et du ratio des périphériques de stockage externe efficient sur la consommation standard d'électricité des périphériques de stockage externes dans la zone de stockage (γ_j^{ST}). Leur équation (1.5) caractérise les potentiels d'économies associées à deux stratégies d'efficacité, soit (1) la mise en place de périphérie de stockage efficient (par exemple le changement vers un disque dur hautement efficient) et la gestion des données (par exemple, le stockage multi-niveaux) et (2) la réduction du nombre de périphérie de stockage externe (Masanet *et al.*, 2011).

$$E_j^{\mathrm{ST}} = \frac{\widehat{N}_j^{\mathrm{ST}}}{\rho_j^{\mathrm{ST}}} \hat{e}_j^{\mathrm{ST}} \left(1 + \alpha_j^{\mathrm{ST}} \left(\gamma_j^{\mathrm{ST}} - 1\right)\right) \tag{1.5}$$

1.3.1.3 Système B2 : le CTD infonuagique (nuage privé)

Le nuage privé est un espace de stockage de données réservé pour l'organisation concernée. Il peut être situé dans le bâtiment de l'entreprise (stockage interne) ou dans un espace extérieur (stockage externe) situé à différents lieux géographiques et détenu par l'organisation elle-même ou un fournisseur de nuage privé (FdNP). Le CTD de l'entreprise recevra le qualificatif de nuage privé notamment lorsque ses serveurs sont virtualisés et que les informations sont accessibles via un fournisseur de services infonuagiques (FdSI) en tout temps, en tout lieu et pouvant être accédée de façon synchrone ou asynchrone par les utilisateurs.

La virtualisation du système réfère à des techniques logicielles et matérielles qui permettent le partitionnement d'une machine physique en plusieurs instances virtuelles qui s'exécutent simultanément et partagent les ressources et les périphériques physiques sous-jacents (Bourguiba *et al.*, 2014; Armbrust et *al.*, 2009; Chang, Walters et Wills, 2012; Nahar, Joshi et Saupp, 2012). La virtualisation du CTD infonuagique augmente la disponibilité de ses ressources et une flexibilité dans leur gestion (répartition, migration, etc.) (Bourguiba *et al.*, 2014; Armbrust *et al.*, 2009; Chang, Walters et Wills, 2012; Nahar, Joshi et Saupp, 2012). La figure 1.1 illustre l'évolution des caractéristiques du CTD en un CTD infonuagique par le biais de la virtualisation : 1000 serveurs sont consolidés un 50; 200 racks de refroidissement des serveurs sont réduits à 10; 300 et 20 câbles de connexion et câble de puissance sont requis dans le CTD infonuagique alors que 3000 et 20 étaient nécessaire pour le CTD traditionnel (netdirectsystem, 2009). La technologie de virtualisation réduit également le coût des matériels en faisant la conversion d'un ou plusieurs systèmes d'exploitation en un logiciel unique, ce qui apporte des économies d'énergie (Bourguiba *et al.*, 2014).

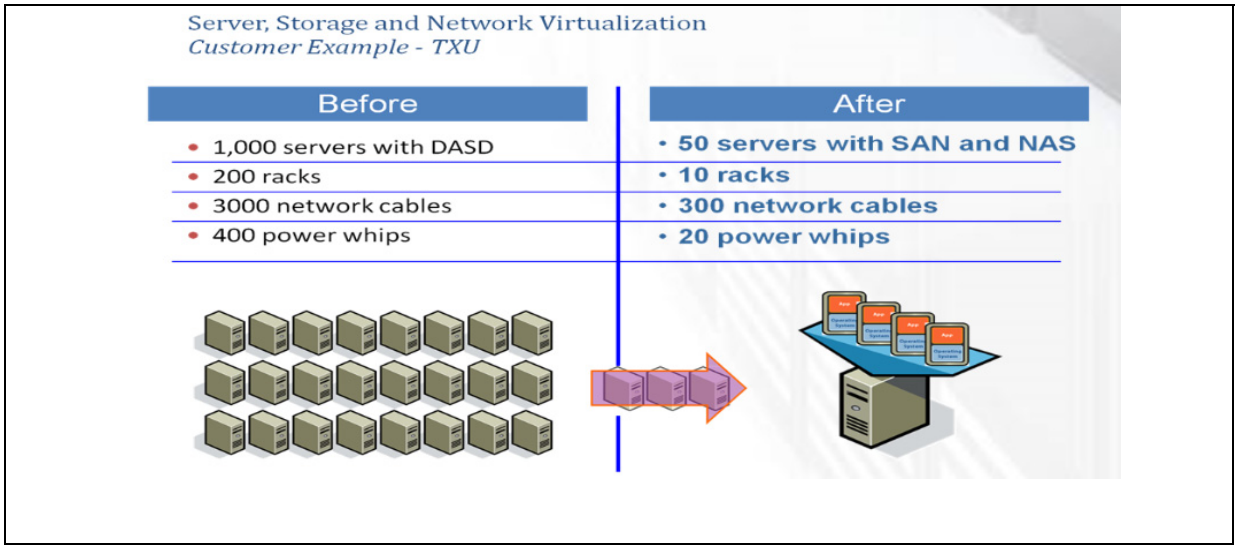


Figure 1.1 Exemple d'évolution des caractéristiques des serveurs du CTD local en CTD virtualisés de l'infonuagique (*.netdirectsystem, 2009*)

En raison des coûts associés, très peu d'organisation transforme leur CTD en nuage privé ou sont propriétaire d'un nuage privé, plus souvent son contenu est sous-traité d'un FdNP. Pour transformer le CTD en nuage privé, les serveurs de faible efficience énergétique doivent d'abord être consolidés puis virtualisés (figure 1.2).

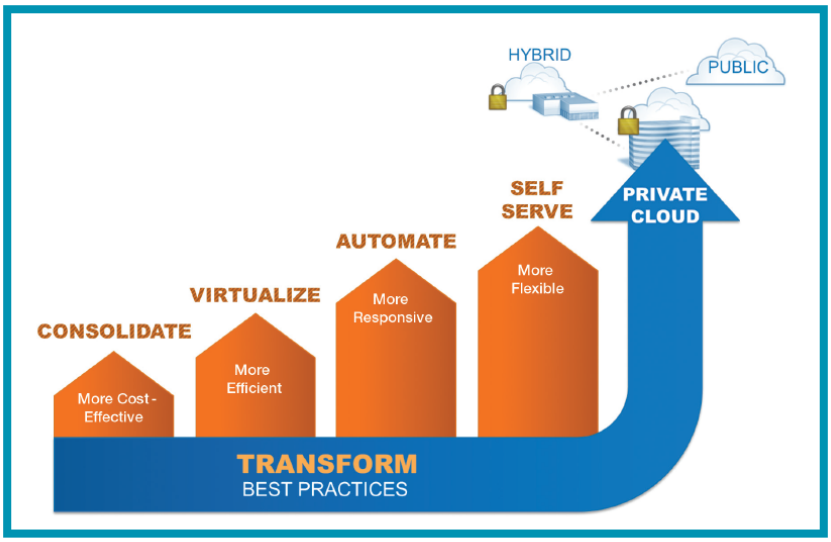


Figure 1. The Private Cloud Transformation Methodology

Figure 1.2 Amélioration de l'architecture des serveurs du CTD local vers une infrastructure de plus en plus efficiente (*Hitachi Data Systems, 2014*)

La figure 1.3 illustre la transformation d'un CTD traditionnel en un nuage privé interne et externe. Les CTD traditionnels sont peu efficients énergétiquement et ont un taux d'utilisation d'environ 15% (Microsoft, 2011; Gartner Symposium ITEXPO, 2010). Dans le cas où l'organisation souhaite maintenir le stockage à l'interne en appliquant les meilleures pratiques d'éco-responsabilités, dont la virtualisation des serveurs de son CTD traditionnel, son taux d'utilisation progresse à plus de 50% (Microsoft, 2011). Pour un stockage hors ligne via un FdSI, son CTD contenant des serveurs virtualisés peut être transformé en nuage privé géographiquement situé dans ses bâtiments (*on-premises hoted*) ou ailleurs (*off premises*) et détenu par un FdNP.

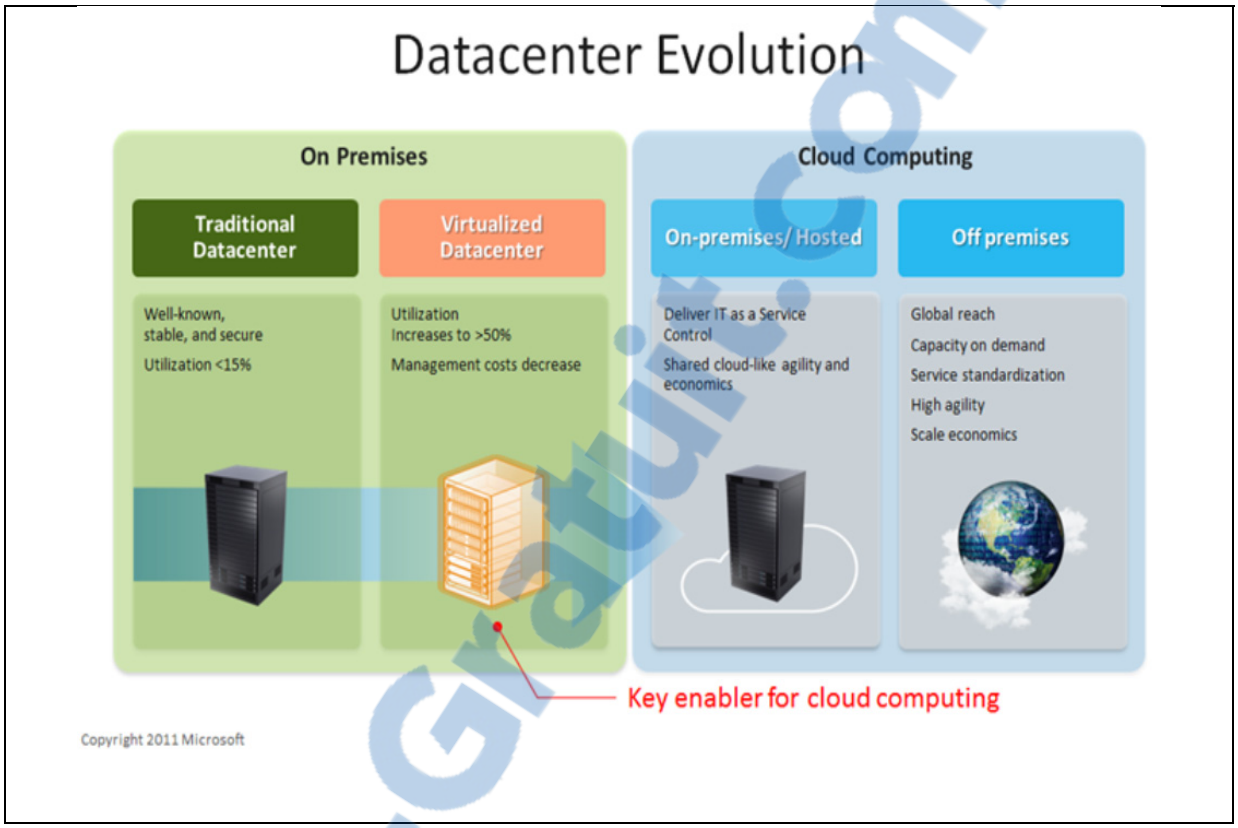


Figure 1.3 Transformation d'un CTD local en un nuage privé interne et externe (*Microsoft, 2010*)

Il existe plusieurs services de stockages de données dans les nuages privés, tels que : (1) Un serveur de fichiers qui permet de partager des données à travers un réseau; (2) le réseau de stockage (*storage area network*, SAN) qui utilise la connexion haut débit par *Fibre Channel* et le serveur de stockage en réseau (*Network-attached storage*, NAS) qui utilise la connexion Ethernet et le protocole de contrôle de transmission TCP/IP, et; (3) des services *IaaS* tel que *Open Stack Swift* ou *EMC Atmos storage* (Su *et al.*, 2012)

Dans le service *StaaS*, tout le traitement de l'information est réalisé dans l'ordinateur de l'usager qui contient un périphérique de stockage flash, alors que le stockage des données se fait dans l'infonuagique (Zhou et Wang, 2013; Tucker 2011; Jain et Asadullah, 2012). Ces données contenues dans les fichiers peuvent prendre la forme de documents, de photos ou de vidéos (Baliga *et al.*, 2011). Lorsqu'ils sont stockés dans les nuages, elles peuvent être

Rapport-Gratuit.com

accessibles à tout moment et à partir de n'importe quel ordinateur possédant une connexion Internet (Jain et Asadullah, 2012). La figure 1.4 illustre cette migration des données entre l'ordinateur de l'utilisateur, le réseau de l'entreprise et l'infonuagique.

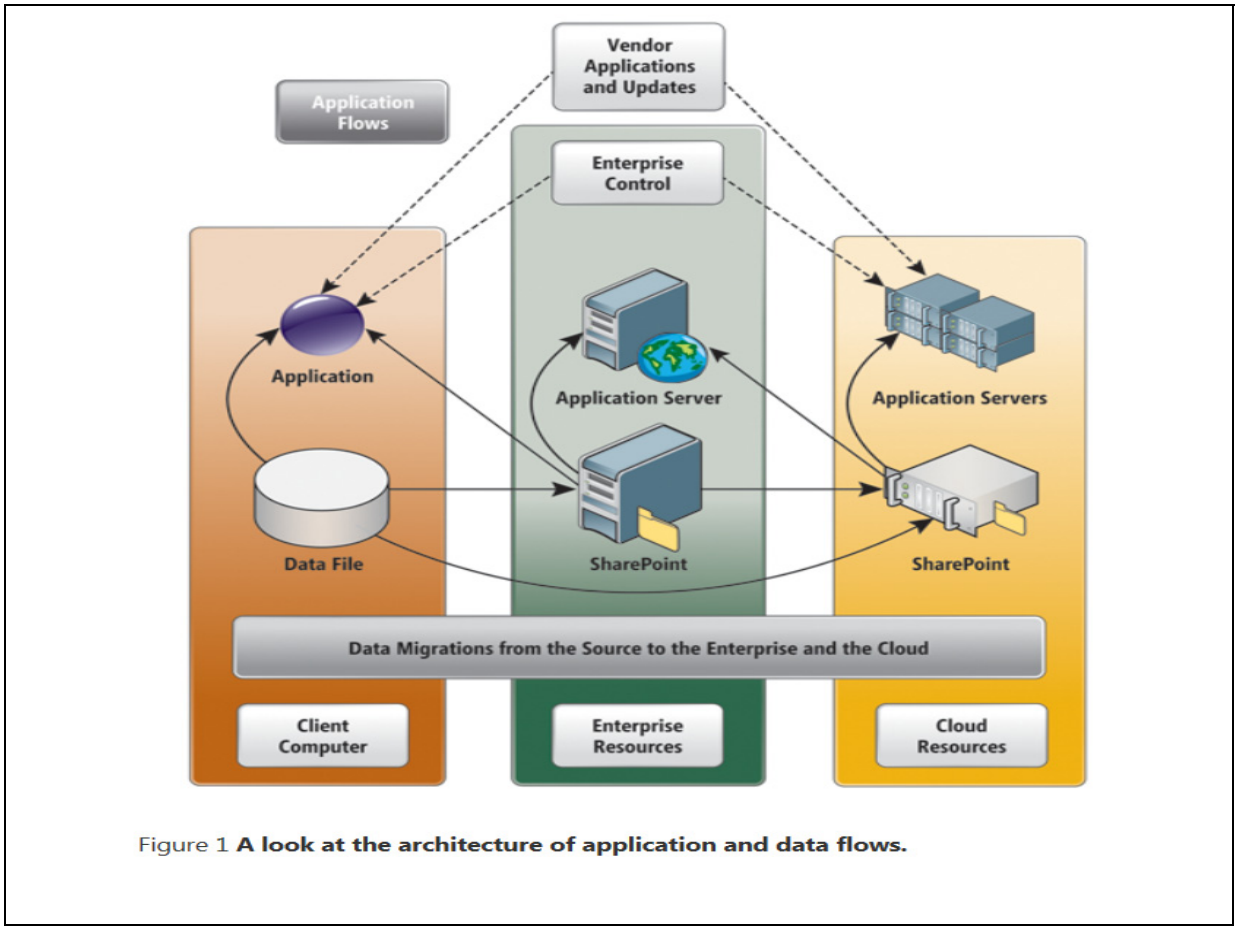


Figure 1.4 Migration des données entre l'ordinateur de l'entreprise et le nuage privé, via le réseau de l'entreprise (*Griffin et Jones, 2010*)

Grâce à la consolidation et virtualisation des serveurs, plusieurs utilisateur peuvent partager un seul serveur, ce qui augmente l'utilisation de chaque serveur et réduit son nombre (Chang *et al.*, 2012; Beloglazov *et al.*, 2011; Bachour et Chasteen, 2010). De plus, une fois qu'un utilisateur télécharge un fichier vers le nuage, il peut accorder des privilèges de lecture et/ou de modification aux autres utilisateurs (Baliga *et al.*, 2011). L'usager n'a pas besoin de connaître les tâches effectuées par les autres utilisateurs, il peut utiliser le serveur comme s'il

était l'unique utilisateur (Baliga *et al.*, 2011). Pendant les périodes de faible demande, certains des serveurs entrent en mode veille, ce qui réduit la consommation d'énergie (Chase *et al.*, 2011). D'après Adhikary *et al.* (2013), en termes d'utilisation de ressources, la quantité totale d'énergie (E_i) consommée par l'ensemble des composantes du CTD de l'infonuagique peut être donnée par l'équation 1.6 :

$$E_i = \alpha E_{i-1} + (1-\alpha) \times E_{max} \times CCR \tag{1.6}$$

Où, α est le facteur de pondération, E^{i-1} la consommation d'énergie de la phase précédente, E_{max} la quantité maximale d'énergie qui pourrait être consommée par l'ensemble CTD infonuagique et CCR le ratio de coût de calcul (Adhikary *et al.*, 2013). Le CCR (formule 1.7) est le rapport entre le coût de calcul des serveurs présentement en activité sur le coût de calcul engagé lorsque tous les serveurs de la grappe de serveurs (*cluster*) sont à l'état actif. La valeur de la CCR est mesurée lors de la phase de calcul de l'énergie. Comme CCR est une fraction et que sa valeur est inférieure à 1, $E_{max} \times$ CCR permet d'obtenir la fraction maximale de l'énergie consommée dans le CTD qui est utilisée pour les ressources calculées dans le CTD au moment de la prise de mesure (Adhikary *et al.*, 2013).

$$CCR = \sum_{i=1}^{N} \mu i \tag{1.7}$$

La valeur du facteur de pondération α peut être ajustée en fonction la nature dynamique des ressources exigées et la consommation d'énergie dans le CTD (Adhikary et *al.*, 2013).

1.3.1.4 Système C : le réseau de transmission et de commutation entre l'utilisateur et le CTD local ou le CTD infonuagique

Le réseau de transport des données entre l'utilisateur et le CTD local

Les disques durs consomment beaucoup plus de puissance lorsqu'ils repositionnent leur tête de lecture des données (Huang, Hung et Shin, 2005; Joukov et Sipek; 2008). Pour un **faible**

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

transfert des données, il est plus efficient de **lire** les données sur la mémoire cache du serveur distant (CTD traditionnel, réseau sans fil) que sur le disque dur local de l'ordinateur : le disque dur consomme plus d'énergie par sa rotation, pour repositionner sa tête de lecture de données (*disk head*) et a une faible bande passante pour la recherche de données (Joukov et Sipek, 2008). Quant aux **mises à jour**, il est plus efficient de les sauvegardées dans l'ordinateur pour ensuite les transférés dans le CTD local; ceci engendre une seule rotation du disque dur au lieu de nombreuses pour chaque mise à jour (Joukov et Sipek, 2008). Le disque dur du PC peut être plus efficient que le CTD traditionnel pour la sauvegarde d'un **grand volume de données**. La bande passante (« l'intervalle de fréquences dans lequel l'amplitude de la réponse d'un système ne s'écarte pas d'un niveau prédéfini ») du CTD local est plus élevée, ainsi leur temps pour transmettre les données est plus rapide (Joukov et Sipek, 2008).

D'après Joukov et Sipek (2008), l'énergie totale (U) du transfert d'un fichier dans un PC ou dans un CTD local équivaut à la somme de l'énergie nécessaire pour initier le transfert (U_{up}) (par exemple, passer de l'interface PSM au mode CAM ou faire la rotation vers le haut de la tête de lecture disque dur) et pour transférer les données (équation 1.8). L'énergie de transfert des données est la puissance (P) utilisée durant le transfert multipliée par le temps du transfert. L'énergie du transfert dépend de celle de la bande passante (B) et du volume du fichier (S).

$$U = U_{up} + P \times \frac{S}{B} \tag{1.8}$$

Le tableau 1.5 montre les valeurs typiques d'U_{up}, de P et de B pour les serveurs des CTD local, les PC et les ordinateurs portables (Joukov et Sipek, 2008). Elle démontre que le transfert des données d'ordre d'une centaine de mégabytes est plus efficient vers le serveur du CTD local en réseau que sur le disque dur d'un PC ou celui d'un ordinateur portable (Joukov et Sipek, 2008).

Tableau 1.5 Valeurs typiques de l'énergie qui initie le transfert d'un fichier (U_{up}), de la puissance du transfert (P) et de l'énergie de la bande passante (B) pour les serveurs d'un CTD local, les PC et les ordinateurs portables (*Joukov et Sipek, 2008*)

Device	U_{up} (J)	P (W)	B (MB/s)
Server HDD	75	15	71
Desktop HDD	41	11	56
Notebook HDD	5	2.5	44
gigabit ethernet	0.12	1.5	86
100Mbps ethernet	0.12	1.2	11
802.11g	0.14	1.4	2

Quant à la vitesse de transfert des données, Munir *et al.* (2010) mesurent le taux de transfert des données comme la quantité de données transmise par unité de temps en bits par seconde (b/sec) ou en bytes par second (B/sec). Plus il y de bits transféré, plus la migration des données est rapide. Le taux de transfert (en b/sec) correspond au nombre de bits transmis par opérations (en bits) sur le temps de transfert par opération (en seconde) (Munir *et al.*, 2010).

Le réseau de transport des données entre l'utilisateur et le nuage privé

Les études antérieures sur la consommation d'énergie de l'infonuagique limitent son bilan énergétique aux équipements et aux infrastructures physiques du CTD du nuage (Widmer et Premm, 2013; Soidridine, Claude et Kora, 2013; Tucker, 2011). Baliga et al. (2011) ont une vision plus macro sur l'empreinte énergétique de l'infonuagique. Ils mentionnent qu'il faut également considérer celle des réseaux de transmission et de commutation qui permettent aux usagers de se connecter aux nuages. Plus précisément, l'énergie nécessaire pour le transport des données vers et à partir de l'utilisateur final ainsi que celle consommée l'interface de l'utilisateur final. Ils affirment que cette énergie est une partie importante de celle consommée par l'infonuagique.

Le réseau de transport et de commutation entre l'utilisateur final et le nuage est composé de quatre réseaux dans le nuage public et de deux réseaux dans le nuage privé (figure 1.5). Le nuage public comprend le système d'accès à réseau optique passif (PON), le réseau d'accès Internet, le réseau central et le CTD du nuage public (figure 1.5(a)) (Baliga *et al.*, 2011). Le réseau du nuage privé est composé du réseau d'entreprise et du CTD du nuage privé (figure 1.5(b)) (Baliga *et al.*, 2011). La principale distinction entre les deux nuages est que le CTD du nuage public est hébergé sur Internet et peut être utilisé par quiconque possède une connexion Internet (Baliga *et al.*, 2011), alors que le CTD du nuage privé ne peut être accédée que via le réseau de l'entreprise pour lequel il est destiné (Baliga *et al.*, 2011).

Dans le nuage privé, chaque utilisateur se connecte à un commutateur Ethernet qui se connecte à un ou plusieurs commutateurs Éthernet plus vastes qui crée le réseau privé de l'entreprise (Baliga et *al.*, 2011). Le CTD du nuage privé est similaire à celui du nuage public, toutefois au lieu d'être connecté à l'Internet, il est connecté directement au vaste commutateur Éthernet (Baliga et *al.*, 2011).

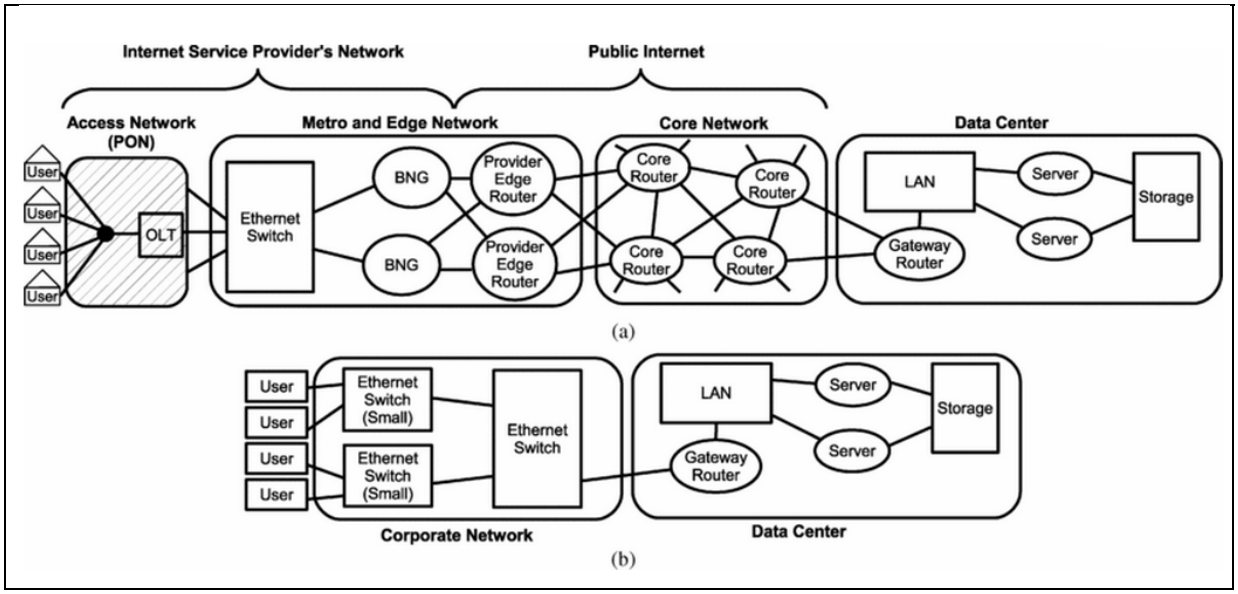


Figure 1.5 Réseau de transport et de commutation entre l'utilisateur et le nuage public (a) ou privé (b) (*Baliga et al., 2011*)

D'après Baliga et al. (2011) l'énergie de commutation de réseau peut être obtenue en calculant l'énergie consommée par les équipements de refroidissement et autres équipements énergétiques. L'énergie (E_c) requise (en joule par bit) pour transporter un bit de données du CTD infonuagique au réseau de l'entreprise est donnée par l'équation 1.9.

$$E_C = 3 \times 3 \times \left(\frac{P_{les}}{C_{les}} + \frac{3P_{es}}{C_{es}} + \frac{P_g}{C_g}\right) \tag{1.9}$$

Où P_{es}, P_{les} et P_g sont les puissances (en watt) consommées par les commutateurs Ethernet, les petits commutateurs Ethernet et les routeurs de passerelle (*gateway*) du CTD infonuagique. C_{es}, C_{les} et C_g sont les capacités (en bit par seconde) des équipements correspondants en bit par seconde. Le premier facteur de 3 correspond à la puissance requise pour la redondance (facteur de 2) plus celle associée aux équipements de refroidissement et autres équipements énergétiques (facteur de 1.5) (Baliga *et al.*, 2011). Le deuxième facteur de 3 est pour tenir compte de la sous-utilisation du réseau de l'entreprise. Il inclut les commutateurs Ethernet dans le réseau local (LAN, *Local Area Network*) d'entreprise et les commutateurs Ethernet dans le réseau local du CTD infonuagique (Baliga *et al.*, 2011). Ils ont mesuré une énergie (E_c) de 0.46 µJ/b pour leur nuage privé.

Les mesures sont prises pour les trois principaux modèles de services infonuagiques (*SaaS*, *PaaS* et *IaaS*) pour lesquels les clients externalisent leur besoin en termes de stockage dans les nuages publics ou dans les nuages privés. Dans le modèle *StaaS*, tout le traitement et les tâches informatiques sont accomplis sur l'ordinateur de l'usager, mais ses données sont stockées dans l'infonuagique (Baliga *et al.*, 2011; Tucker, 2011). La puissance (P_{st}) consommée par chaque utilisateur de service *StaaS* est calculées en fonction du téléchargement des fichiers par heure (équation 1.10) (Baliga *et al.*, 2011).

$$P_{st} = \frac{B_d\, D}{3600}\left(E_T + \frac{1.5P_{st,S\,R}}{C_{st,S\,R}}\right) + 2B_d\, \frac{1.5P_{S\,D}}{B_{S\,D}} \tag{1.10}$$

où B_d (en bits) est la taille moyenne d'un fichier et D est le nombre de téléchargements par heure. La variable $P_{st,\ S\ R}$ est la puissance consommée par le contenu de chaque serveur et $C_{st,SR}$ (en bits par seconde) est la capacité du contenu de chaque serveur. La puissance des baies de disques durs du nuage est P_{SD} et sa capacité B_{SD} (en bits). Pour un nuage privé, l'énergie consommée par la transmission et la commutation est E_c. La division par un facteur de 3600 converti les heures en secondes, la multiplication par un facteur de deux dans le troisième terme représente la puissance requise pour assurer la redondance dans le stockage, et la multiplication par un facteur de 1.5 dans les deuxième et troisième termes est pour la puissance requise pour le refroidissement des équipements et des autres équipements associés (Baliga *et al.*, 2011).

Leur équation est toutefois limitative de sorte que seuls les fichiers accédés régulièrement consomment de l'énergie lorsqu'ils sont stockés et ceux qui ne sont pas accédés régulièrement sont stockés dans d'autres disques durs qui sont en mode de faible puissance et qui consomment une énergie négligeable (Baliga *et al.*, 2011; Tucker, 2011). De plus, leur modèle considère que la puissance consommée par le stockage, les serveurs et le transport sont indépendant du volume du fichier (Baliga *et al.*, 2011; Tucker, 2011). Ils varient plutôt en fonction du taux de téléchargement (figure 1.6). L'équation 1.10 est limitée pour mesurer l'énergie consommée par le réseau.

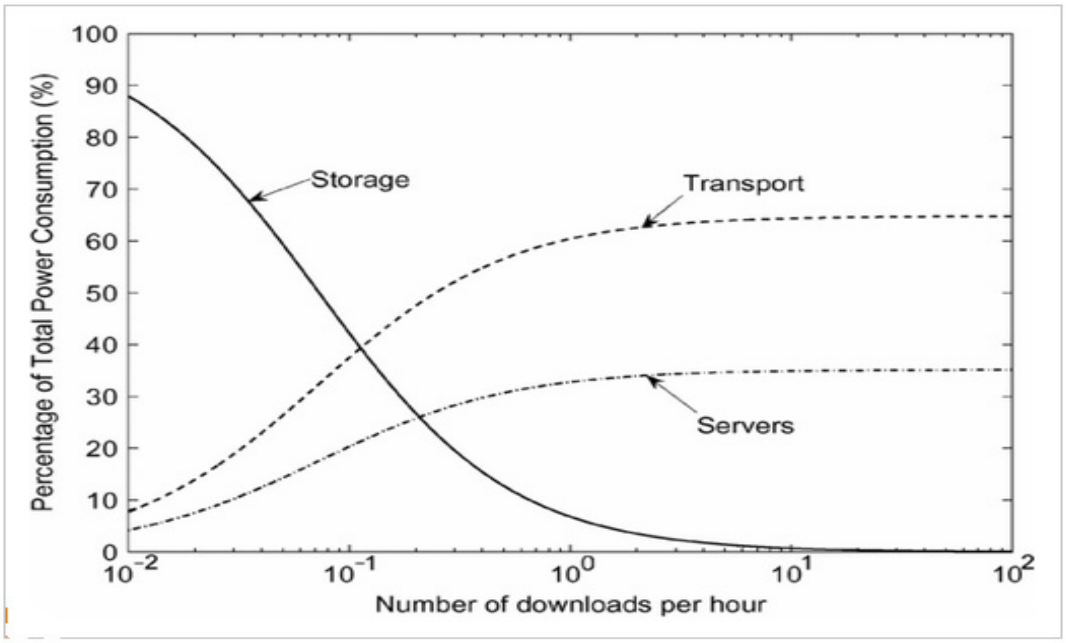


Fig. 3. Percentage of total power consumption of transport, storage, and servers of a private cloud storage service as a function of download rate.

Figure 1.6 Puissance consommée par le transport, le stockage et les serveurs dans un nuage privé en fonction du nombre de téléchargement par heure (*Baliga et al., 2011*)

Le nombre de fois qu'un fichier est téléchargé par heure dépend de la nature du fichier. Selon la figure 1.9, un document de traitement de texte ou une table peut être téléchargée quelques fois par heure, alors qu'une photographique peut être téléchargée plusieurs fois par heure (Baliga *et al.*, 2011; Tucker, 2011). À un taux de 10^{-2} par heure, dans un nuage public, environ 75 % de la puissance est consommée par le stockage (principalement dans les baies de disques durs), 25 % par les transports et le reste par les serveurs (Baliga *et al.*, 2011). Au même taux de téléchargement, pour un service *StaaS* dans un nuage privé, environ 90 % de l'énergie est consommée dans le stockage, 10 % par les transports et le reste par les serveurs. Ainsi, la puissance totale consommée est dominée par celle du stockage (Baliga *et al.*, 2011). Plus le taux de téléchargement progresse, plus la puissance de stockage du nuage diminue et la puissance consommée par le transport des données dans le réseau ainsi que les serveurs augmentent.

Les résultats sont comparés à l'énergie consommée par un PC qui se connecte à l'Internet. Ils concluent que pour les tâches de faible intensité et peu fréquentes, l'usage des nuages engendre une énergie moindre. Toutefois, dans certaines circonstances (section 1.3.5), le nuage peut consommer plus d'énergie que l'informatique traditionnelle où chaque utilisateur effectuer les tâches informatiques sur son propre PC. Il faut noter que le modèle de Baliga et al. (2011) vise à calculer l'énergie du CTD infonuagique du fournisseur de nuage et non celle du CTD du client qui utilisent les services infonuagique. Ainsi, aucune équation de téléversement des fichiers de l'ordinateur de l'utilisateur vers le nuage n'est proposée.

1.4 Paramètres pour le choix du stockage des données dans le CTD ou dans un nuage privé

1.4.1 Quantité et type de données

L'étude de Gu, Lago et Potenza (2013) porte sur la gestion des données du point de vue de l'utilisateur du nuage. Pour déterminer quel type de données l'usager doit migrer vers le nuage versus celles qu'il doit maintenir localement, ils mesurent l'énergie consommée par une unité de stockage ou celle du système de stockage ainsi que le coût énergétique d'archivage des données dans les nuages. Ils ont conçu le système cadre appelé *Value of Energy framework* qui estime le gaspillage d'énergie dans la gestion données par l'entreprise pour identifier celles qui doivent migrées vers le nuage. Des algorithmes sont mis en places pour déterminer lequel conduit le système à consommer moins de ressources lors de l'exécution de cet algorithme. Lors de l'exécution d'une même tâche, la puissance de traitement restante disponible est plus grande. Si une organisation décide de maintenir à l'interne que les données critiques, le modèle *Value of Energy framework* montre l'énergie gaspillée par le stockage des données sans valeur pour l'entreprise et la perte d'énergie par l'espace inoccupé trop inoccupé (Gu, Lago et Potenza, 2013).

Selon leur usage, les données peuvent être stockées à différent niveau de service. Par exemple, les données critiques de l'entreprise, tel que les états financiers récents doivent être stockés dans des dispositifs à haute performance et fiable et pouvant atteindre une haute

disponibilité de l'information (Gu, Lago et Potenza, 2013). Les données peu critiques, tels que les bilans financiers datant de cinq ans peuvent être sauvegardés dans un environnement plus écologique et plus économique, tel que l'infonuagique (Gu, Lago et Potenza, 2013).

Parmi les 55 classifications des données dans l'ILM, 17 sont reliées à l'archivage des données et Gu, Lago et Potenza (2013) les classifient selon quatre critères : la période de rétention (9 classes), la fréquence de l'usage (5 classes), la dernière modification (2 classes) et l'importance de la donnée (1 classe). Ils définissent dans la politique ILM de l'entreprise trois types de données *hot, cold* and *frozen.* La classe « *hot* » contient des données qui sont récemment utilisées et qui ne sont pas trop vielles. Ce sont celles que l'entreprise utilise pour exécuter ses processus d'affaires, et sans elles, il peut être affecté à la baisse. Il est assumé qu'il n'est pas ou peu affecté par un fichier qui est peu consulté (Gu, Lago et Potenza, 2013). La classe « *cold* » contient les données qui sont moins fréquemment accédées ou les anciens fichiers. Ceux-ci sont susceptibles de se déplacer vers le nuage dans l'avenir (Gu, Lago et Potenza, 2013). La classe des données « *frozen* », sont les données anciennes et faiblement consultées. Elles doivent être conservées pendant de longue période pour être archivées (Gu, Lago et Potenza, 2013). Un client peut décider de changer la classification. Il peut être décidé qu'un fichier récent (ou récemment modifié) qui est faiblement consulté sera tout de même considéré comme une donnée « *frozen* », donc sera archivé (Gu, Lago et Potenza, 2013). Bien que les critères de la fréquence et des modifications récentes peuvent être changés par le client, celui de la rétention doit toujours demeurer intact puisqu'une donnée « *frozen* » doit avoir une période de rétention plus longue que le seuil relatif, car lors de la migration vers le nuage, un fichier doit être retenu et la politique de destruction des données devrait être gérée (Gu, Lago et Potenza, 2013). .

Ils affirment que l'espace de stockage est utilisée de manière peu efficiente lorsque les données à faibles valeurs sont stockées dans un système de stockage devant plutôt être utilisé pour des données à fortes valeurs. Les entreprises doivent archivées les données à faibles valeurs, ce qui signifie les déplacer vers un système de stockage plus approprié, tel que le nuage (Gu, Lago et Potenza, 2013). Toutefois, l'énergie effective potentielle peut être

Rapport-Gratuit.com

transformée en énergie inefficace lorsque l'énergie n'est pas transformée en énergie efficiente (Gu, Lago et Potenza, 2013). Cela signifie qu'il y a trop d'espace libre dans le système de stockage, c'est parce qu'il n'a jamais été utilisé, d'où le gaspillage (Gu, Lago et Potenza, 2013). Lorsqu'une entreprise utilise le service de stockage en nuage pour archiver ses données, alors qu'elle continuer de payer pour l'énergie consommée par un CTD comprenant un système de stockage trop large, dans ses prochaines mise à jour il pourra gérer le stockage en conséquente et éviter les pertes futures (Gu, Lago et Potenza, 2013). En attendant, elle peut maintenir l'espace de stockage dans le cas où elle n'est pas satisfaite avec le service d'archivage en nuage (Gu, Lago et Potenza, 2013).

Quant aux opérations CRUD, les conclusions de Chen *et al.*, (2014) indiquent qu'en maintenant le nombre de requêtes constantes, tout en augmentant graduellement leur charge de travail, la consommation d'énergie des requêtes « *insert* » et « *update* » augmentent significativement en fonction du nombre de requêtes. Toutefois, dans les mêmes conditions, l'énergie consommée par les requête « *delete* » et « *select* » augmentent plus faiblement (Chen *et al.*, 2014). Les opérations « insert » et « update » requièrent la lecture et l'édition d'une grande quantité de données sur le disque dur, contrairement aux opérations « select » et « *delete* » qui sont plus rapides et demandent requièrent moins d'énergie des serveurs du CTD infonuagique (Chen *et al.*, 2014).

1.4.2 Délai d'accès aux données

Plus les émissions de GES sont élevées, plus la capacité requise pour le stockage est élevé et plus la bande passante doit être performante. Pour rendre le système de stockage plus efficient, son ECO2 peut être réduite en stockant une plus grande quantité de données dans une empreinte plus dense sans compromettre à la baisse les services rendus, et en déplaçant les données dans une plus petite période de temps (Schulz, 2011). Cela implique ainsi un stockage plus grand des données gérées par les employés lorsque l'information générée ajoute de la valeur à l'organisation (Schulz, 2011). Elle implique aussi un accès rapide aux données (soit en quelques minutes, plutôt qu'en quelques heures). Un autre axe de la

réduction des GES associées aux données est de permettre aux ressources informatiques d'être utilisées plus efficacement, en dérivant plus de valeur par gigaoctet, téraoctet, etc, des données stockées (Schulz, 2011). Elle implique aussi de pousser de l'avant les contraintes avant qu'elles ne deviennent des obstacles (Schulz, 2011).

1.4.3 Distance géographique entre l'utilisateur et le lieu de stockage

Les conclusions de Baliga et al. (2011) indiquent d'autres facteurs à considérer, notamment la distance géographique du nuage avec celle de l'utilisateur de services infonuagiques. Un nuage localisé dans une zone géographique plus lointaine, occasionnera une consommation d'énergie plus grande étant donné la distance que doivent parcourir les données entre l'ordinateur de l'usager et le nuage : raison pour laquelle les nuages privés ont généralement une empreinte énergétique moins élevées que les nuages publics (Baliga *et al.*, 2011). En effet, lorsque les nuages privés sont placés dans les mêmes locaux où la majorité du personnel travaille, seulement quelques périphériques réseau sont nécessaires pour transférer le trafic réseau entre les points d'extrémité (Baliga et *al.*, 2011; Makela et Luukkainen, 2013).

1.4.4 Nature du nuage

Les mesures et les simulations réalisées par Baliaga et al. (2011) indiquent aussi que le nuage privé est le modèle de déploiement le plus efficace en terme d'énergie. La principale raison de ce résultat est les courtes distances entre le CTD et les utilisateurs finaux. En raison de la grande quantité de trafic réseau, les données les plus fréquemment utilisées devraient être stockées localement, tandis que les données rarement utilisées, comme les fichiers de sauvegarde, peuvent être stockés dans le nuage (Baliga *et al.*, 2011).

1.4.5 Taux et vitesse de téléchargement

Baliga et al. (2011) arrivent également aux conclusions suivantes quant à la consommation d'énergie par le transport, le stockage et les serveurs par le modèle *StaaS* du nuage privé de l'infonuagique :

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

- à mesure que le taux de téléchargement augmente, plus l'énergie est importante pour les serveurs, les routeurs et les commutateurs du nuage pour surmonter le trafic additionnel;

- le stockage dans les nuages est indépendant de la vitesse de téléchargement. Ainsi, à mesure que la moyenne de téléchargement augmente, plus les pourcentages de l'énergie totale consommée par les serveurs et le transport augmente, alors que celui du stockage diminue. Toutefois, à des taux d'utilisation élevée, c'est le transport qui domine la consommation d'énergie totale;

- à plus d'un téléchargement par heure, environ 10 % de l'énergie est consommée par les serveurs, moins de 1 % par le stockage et le reste par le transport qui domine la consommation d'énergie d'un nuage fortement utilisé;

- à un taux d'utilisation élevé ou moyen, la consommation d'énergie par le système de stockage est faible (Baliga *et al.*, 2011; Makela et Luukkainen, 2013).

Le prochain chapitre indique la méthodologie employée.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE

2.1 Mesure du temps d'exécution des opérations CRUD d'une base de données MySQL (gérée par une application Java) lors de la sauvegarde de données hors ligne (dans un CTD local) et en ligne (dans un nuage privé)

2.1.1 Description du système d'expérimentation

Les paramètres étudiés sont les bilans énergétiques des opérations du cycle CRUD associées aux requêtes *INSERT*, *SELECT*, *UPDATE* et *DELETE* du SGBDR MySQL. Le langage de requêtes structurées SQL permet de manipuler les données d'une base de données par leur ajout, leur recherche, leur mise à jour et leur suppression. Leur profile énergétique ne peut être déterminé sans méthode standardisée. Plusieurs paramètres stables sont mesurés (**annexe IV**) pour chaque requête SQL. Dans ce mémoire, ils ont pour titre « standards » S1, S2, S3, S4 et S5 et leurs composantes sont identifiées au tableau 2.1.

Tableau 2.1 Description des standards pour l'analyse des requêtes SQL (*INSERT, SELECT, UPDATE* et *DELETE*)

Opérations CRUD		**---**				**Créer (C)**		**Lire (R)**	**Modifier (U)**	**Supprimer (D)**
Requête MySQL		CREATE	CREATE			INSERT		SELECT	UPDATE	DELETE
		BD	T	C*	LC	E	NCPD			
Exemple		(a)	(b)	(c)	(d)	Insérer des lignes dans le fichier	Longueur des mots dans chaque ligne	Lecture du fichier et/ou son contenu	Mise à jour du fichier et/ou son contenu	Suppression du fichier et/ou son contenu
Valeurs (nombres) choisi(e)s pour le système standard	**S1**	**1**	**1**	**8**	**16**	**100**	**10**	Par incrémentation de 5 boucles d'exécution jusqu'à 100		
	S2	**1**	**1**	**8**	**16**	**1 000**	**10**	Par incrémentation de 50boucles d'exécution jusqu'à 1 000		
	S3	**1**	**1**	**8**	**16**	**10 000**	**10**	Par incrémentation de 500 boucles d'exécution jusqu'à 10 000		
	S4	**1**	**1**	**512**	**16**	**10 000**	**10**	Par incrémentation de 500 boucles d'exécution jusqu'à 10 000		
	S5	**1**	**1**	**8**	**16**	**1 000 000**	**10**	Par incrémentation de 50 000 boucles d'exécution jusqu'à 10 000		
Observations expérimentales à réaliser		**---**				✓	**---**	✓	✓	✓

Légende :

BD Base(s) de données (nombre de)
T Table(s) (nombre de)
C Champ(s) (nombre de)
LC Largeur de chaque champ
E Entrées (nombre maximale d')
NCPD Nombre des caractères par donnée
(a) Créer (un nombre) de fichiers
(b) Créer (un nombre) de tables dans le fichier
(c) Créer (un nombre) de colonnes dans le fichier
(d) Chaque colonne peut comporter au maximum (un nombre) de caractères
* le champ est de type « caractère » : Requête = VARCHAR (nombre de caractères) et le nombre de champs n'inclut pas le champ qui contient la clé primaire. Par exemple, pour une personne, la clé primaire est son numéro d'assurance sociale ou son numéro d'étudiant, soit une information qui est unique à sa personne.

Les programmes MySQL-Java ont simulé un large éventail de scénarios combinant les opérations CRUD pendant des activités d'intensité légère, modérée, élevée et très élevée. Les valeurs de l'intensité des paramètres sont choisies après plusieurs tâches d'exécution afin de

déterminer une plage de valeurs qui peut présenter des résultats qu'il est possible de comparer et afin de visualiser une variation entre les différentes options. Le standard **S3 est retenu** pour la mesure de l'ensemble des données, soit un fichier contenant une base de données d'une seule table d'une capacité maximale de 10 000 entrées et qui comporte champs d'une largeur de 16 caractères comprenant des mots de 10 caractères chacun. Pour S3, il est posé qu'entre 1000 à 3000 boucles d'exécution l'intensité est légère, entre 4000 et 6000, l'intensité est modérée, entre 7000 et 8000 le taux est élevé et entre 9 000 et 10 000 le taux est très élevé.

Le standard S3 peut être comparé à une liste de composantes électroniques réparties dans un tableau comportant un maximum de 10 000 lignes, à un produit par ligne. Les 8 colonnes du tableau ont pour titre : nom du produit, prix, quantité en stock, quantité à commander, délai de livraison, date de livraison, produits abimés et quantité retournée par les clients. Chaque cellule du tableau peut contenir 16 caractères, mais les mots insérés, sélectionnés, mis à jour ou supprimés ont une longueur de 10 caractères.

L'édition (« C ») du contenu de la liste de composante électroniques, sa lecture (« R »), sa mise à jour (« U ») et la suppression (« D ») de données qu'elle contient peuvent être accomplies par un seul utilisateur (u1) ou par plusieurs utilisateurs (u1, u2, u3, u4); de manière asynchrone ou façon synchrone, et; à une fréquence légère (L), modérée (M), élevée (É) ou très élevée (TÉ). Les opérations CRUD sont sauvegardées dans l'ordinateur (système A) ou dans le nuage privé (système B) de l'entreprise successivement (C, R, U, D) ou en séquence (CRUD).

Tableau 2.2 Description des opérations CRUD réalisées alternativement par un seul utilisateur (u1) dans une même table d'une base de données

Utilisateur	**Séquences CRUD**		
	Opérations	**Périodes**	**Description**
$\mathbf{u_1}$	C	t1	L'utilisateur **ajoute** des nouveaux produits et leurs paramètres dans la liste de composantes électroniques.
$\mathbf{u_1}$	R	t2	L'utilisateur **consulte** la liste de composantes électroniques pour saisir de l'information des clients.
$\mathbf{u_1}$	U	t3	L'utilisateur fait une **mise à jour** sur la quantité à commander de certains produits de la liste.
$\mathbf{u_1}$	D	t4	L'utilisateur **supprime** une section du document suivant l'entrée en vigueur d'une politique interne de l'entreprise

Dans le même exemple d'application, après authentification l'utilisateur u1 accède au temps t1 à la liste de composantes électroniques pour y ajouter cinquante nouveaux produits (*taux léger (L)*) et pour chacun il remplit les 8 colonnes avec les informations correspondantes (requête *insert*). Le document est enregistré dans un ordinateur (*système A*) ou dans le nuage privé de l'entreprise (*système B*). Quelques minutes plus tard (période t2), il consulte la liste (requête *select*) pour saisir l'information de tous (*taux très élevé (TÉ)*) les produits afin de remettre la liste au département des ventes et il n'effectue aucune modification. La semaine suivante (période t3), l'utilisateur met à jour (requête *select*) la quantité à commander de 3000 produits (*taux modéré (M)*). À la période t4, suivant l'entrée en vigueur de la politique interne d'éco-responsabilité de l'entreprise, les produits ne possédant pas la norme *Energy Star*, près de 70% (*taux élevé(É)*) d'entre eux, sont supprimés (opération *delete*) de la table pour être enregistrés dans une autre base de données un peu plus tard. Les diverses opérations CRUD sont représentées dans le tableau 2.2.

La première catégorie de mesures consiste en l'établissement du bilan énergétique des requêtes SQL (*insert*, *select*, *delete* et *update*), soit celui des opérations de la séquence CRUD, exécutées alternativement par **un seul utilisateur** sur une même table d'une base de

données MySQL et sauvegardées dans un ordinateur de table (PC) versus leur stockage dans un nuage privé. Le **test n°1** mesure l'énergie consommée en fonction du **type** de requêtes SQL. Le deuxième test (**test n° 2**) mesure l'influence de la **quantité** de requêtes SQL **exécutées individuellement** sur l'énergie. Ce nombre varie entre 1000 et 10 000. Lorsqu'une requête est traitée (ou exécutée ou bouclée) entre 1000 et 3000 fois, son taux de traitement est léger (L); entre 4000 et 6000 fois, son taux modéré (M); entre 7000 et 8000 fois, le taux est élevé (É), et; entre 9000 et 1000 boucles, le taux très élevé (TÉ). Le **test n° 3** mesure l'impact de la **quantité** de requêtes SQL **exécutées successivement (dans une la séquence CRUD)** sur l'énergie. Le **test n° 4** porte sur l'effet de **l'ordre** de traitement des requêtes SQL. Les activités CRUD sont permutées, soit CRDU, CURD, CUDR, CDUR et CDRU et leur énergie consommée est déterminée.

Un des nombreux avantages du nuage privé est l'accès aux données stockées dans l'infonuagique en tout temps, à tout moment, par plusieurs parties, et cela de façon simultanée. La seconde série de mesure comporte une seule expérimentation. Le **test n°5** traite de l'énergie consommée séparément par **deux ordinateurs** (A1 et A2), de deux utilisateurs (u1 et u2), qui exécutent individuellement une requête SQL mais de façon **synchrone**, et où l'activité CRUD sélectionnée est sauvegardée dans le nuage privé (système B) de l'entreprise.

2.1.2 Description des deux systèmes de stockage de données : l'ordinateur et le nuage privé

Les données sauvegardées dans l'ordinateur (système A) ou dans le nuage privé (système B) ont un diagramme d'activités variables. Le tableau 2.3 illustre le schéma entre elles.

Tableau 2.3 Schémas des opérations CRUD de MySQL dans l'ordinateur (système A) utilisant le stockage sur son disque dur (système A), dans le CTD traditionnel (système B1) ou dans le CTD infonuagique (système B2)

Opérations CRUD		**Requêtes MySQL associées**	**Schémas des requêtes SQL traitées sur un ordinateur (système A) et sauvegardées**	
			sur le disque dur de l'ordinateur (système A)	**dans un CTD du nuage privé (système B)**
C	**Créer**	***INSERT***	A	A → B
R	**Lire**	***SELECT***	A	B → A → B
U	**Modifier**	***UPDATE***	A	B→ A → B
D	**Supprimer**	***DELETE***	A	B → A → B

Contrairement à la sauvegarde des données sur le disque dur de l'ordinateur où l'ensemble des requêtes SQL et activités CRUD ont lieu dans un seul système, l'ordinateur (système A), le stockage des données dans le CTD de l'infonuagique (système B) fait intervenir deux systèmes, l'ordinateur et le nuage privé. Lorsque le stockage des données a lieu dans un nuage privé, pour créer le contenu de la table du SBDR MySQL (contenant la liste de composantes électroniques), l'opération *INSERT* est de A vers B (A→B) : elle débute dans l'ordinateur qui permet de remplir la base de données, puis sa sauvegarde a lieu dans l'infonuagique. Lorsque l'utilisateur souhaite consulter (requête *SELECT* dans SQL) le contenu la liste de produits, de B vers A à B (B→A→B), il doit d'abord le télécharger de son lieu de stockage (le nuage), pour le consulter sur son ordinateur, puis après utilisation le rediriger (le téléverser) vers le nuage (Baliga *et al.,* 2011). Les opérations de mise à jour (requête *UPDATE* dans SQL) et de suppression (requête *DELETE* dans SQL) du contenu de la liste des composantes électroniques parcourent le même schéma (B→A→B).

2.1.3 Connexion du système d'expérimentation

2.1.3.1 Mesure du temps d'exécution total des requêtes SQL par la méthode Java « System.nanoTime »

Le langage de programmation Java rend accessible les données en exécutant les requêtes SQL. Le temps d'exécution total ou le temps cumulatif (t_{cumul}) de chacune des requêtes des cinq standards (S1, S2, S3, S4 et S5) et des cinq tests (n° 1 à 5) est calculé par le processeur de l'ordinateur de l'utilisateur connecté au réseau interne de l'entreprise. Les tests sont effectués sur une machine composée d'un processeur Intel® Core™ i7-3610QM de 16 Go de mémoire vive (RAM), la largeur des registres est de 64 bits sur les nombres entiers et sa fréquence maximale est de 2.30 GHz. Sa puissance de dissipation thermique est de 45 watts (Intel, 2014).

Le temps d'exécution total correspond au temps requis pour exécuter « n » requête SQL *INSERT*, *SELECT*, *UPDATE* ou *DELETE*. La variable « n » coïncide avec le « nombres d'entrées » dans une table. Par exemple, n=1000 indique que la boucle d'exécution en langage Java d'une requête SQL a été répétée mille fois.

Chaque boucle contient les variables t1, t2, le temps d'exécution et le temps d'exécution total (ou cumulatif). La variable t1 représente le nombre de nanosecondes écoulé depuis une date de référence quelconque déterminée par le système. Il en est de même pour la valeur de t2. Comme t1 contient la lecture du temps immédiatement *avant* l'exécution de la requête SQL et t2 comprend la lecture du temps immédiatement *après* l'exécution de cette même requête SQL, le temps d'exécution de la requête est obtenu en calculant la différence entre t2 et t1.

Java lance le décompte à partir du moment où l'utilisateur clique sur la touche « Entrer ». La fonction « System.nanoTime () » est insérée en début de l'opération à mesurer, puis le résultat (t1) est ajouté dans une variable. À la fin du traitement, la même opération est effectuée pour obtenir le temps final (t2), puis la différence est effectuée entre son

Rapport-Gratuit.com

System.nanoTime () et la valeur sauvegardée pour obtenir le temps en nanosecondes (ns). Le résultat est reporté en secondes (sec) par la division d'un facteur de $1x10^{-9}$.

Pour chaque n=i, « i » étant le nombre d'entrées, le temps d'exécution total correspond au temps cumulatif des requêtes précédentes additionné au temps d'exécution de la requête de l'$i^{ème}$ entrée. À n=1, le temps cumulatif est zéro, puisqu'il n'y a aucune requête précédente. La figure 2.1 illustre la programmation du code en *Java* pour un tel calcul.

```
39        tCumul = 0;
40        // Début de la boucle
41        for (int indEntree = 1; indEntree<=5; indEntree++)
42        {
43            // La construction de la requête SQL n'est pas illustrée ici
44            t1 = System.nanoTime();
45            stmt.executeUpdate(sql);
46            t2 = System.nanoTime();
47            tempsExecution = t2-t1;
48            tCumul = tCumul + tempsExecution;
49        }
50        // Fin de la boucle
```

Figure 2.1 Code *Java* pour la mesure du temps d'exécution total d'une requête SQL par la méthode « System.nanoTime () »

Aucune autre fonction n'est exécutée en parallèle afin de mieux contrôler le temps expérimental et éliminer toute influence des applications accessoires. Le temps d'exécution total est mesuré pour l'exécution des requêtes SQL des tests n° 1, 2, 3 4 et 5. Les résultats sont obtenus par MySQL-Java après 2.5 à 15 heures de traitement.

2.1.3.2 Mesure de la sélection aléatoire des données dans la table de la base de données

Pour générer l'édition, la sélection, la mise à jour et la suppression aléatoire des entrées dans la liste de composantes électroniques, la fonction Math.randon () dans Java est utilisée :

```
152                 for (int ind=0; ind<NB_DELETE; ind++)
153                 {
154                     iIndRd = iMin + (int)(Math.random() * ((iMax - iMin) + 1));
155                     iTemp = ai_IndiceDelete[ind];
156                     ai_IndiceDelete[ind] = ai_IndiceDelete[iIndRd];
157                     ai_IndiceDelete[iIndRd] = iTemp;
158                 }
```

2.1.3.3 Mesure du temps d'exécution total des requêtes SQL exécutées de façon synchrone par deux utilisateurs

Des commande Java supplémentaires doivent être exécutées pour traiter les requêtes du test n° 5 qui fait intervenir deux ordinateurs (système A1 et système A2) où chacun exécute en même temps une combinaison des activités SQL *insert*, *select*, *update* et *delete*. La base de données SQL (liste de composantes électroniques) est créée avec la commande « `CREATE DATABASE IF NOT EXISTS nom_de_la_BD` ». Pour que chaque client de la liste ait un identifiant unique, c'est-à-dire pour chacune des utilisateurs u1 et u2 n'insèrent pas plus d'une fois le même clé primaire (le même nom de client) dans la table, une commande permet l'insertion de valeurs (ex. valeurs 1 à 8) dans la table, suivi du mot « *default* » pour que le système assigne automatiquement l'identifiant à l'entrée (au nom du client) :

```
INSERT INTO nom_de_la_table VALUES(valeur1, ..., valeur8, DEFAULT)
```

Pour mesurer le temps de traitement des couples de requêtes SQL identiques (*insert-insert*; *select-select*; *update-update*; *delete-delete*) ou différentes (*insert-select*; *insert-update*; *insert-delete*; *select-update*; *select-delete*; *update-delete*) exécutées simultanément par les utilisateurs u1-u2, le nombre précis de requêtes ne peut être déterminé à l'avance. En effet, chacune a un temps d'exécution variable. De plus, si une requête est traitée plus rapidement que l'autre, elle prendra fin avant, l'exécution synchrone ne pourra être mesurée. Par ailleurs, en dépit des caractéristiques communes des deux ordinateurs (section 2.1.3.1) leur vitesse d'exécution peut varier. Pour contourner ces limitations, au lieu de spécifier un nombre de

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

requêtes SQL prédéterminé pour chaque couple SQL et calculer leur temps d'exécution (comme c'est le cas pour les tests n° 1 à 4 où le nombre de boucles est fixé entre 10000 et 10000 par incrément de 500), une durée prédéterminée est fixée pour couple SQL et le nombre de requête est calculé pendant cette période.

La même fonction « System.nanoTime () » est utilisée pour mesurer le temps d'exécution total. Chaque couple SQL démarré et arrêté au même moment. L'heure initiale et l'heure finale sont fixées et sont identiques sur les deux machines (système A1 et système A2). Le code Java est illustré ci-après :

```
java.util.Date dateHeureDebut = new java.util.Date("Tue Aug 12 19:40:00 EDT 2014");
java.util.Date dateHeureFin = new java.util.Date("Tue Aug 12 19:50:00 EDT 2014");
```

Pour vérifier que l'heure de début et que l'heure de fin sont atteints, dans java le constructeur sans paramètre `Date()` de `java.util.*` permet d'obtenir la date et l'heure actuelles. La méthode `after(maDate)` retourne une valeur booléenne (vrai ou fausse) selon si l'heure spécifiée dans le paramètre est dépassé :

```
java.util.Date dateHeureActuelle = new java.util.Date();
boolean bCestCommence = dateHeureActuelle.after(dateHeureDebut);
boolean bCestPasFini = !dateHeureActuelle.after(dateHeureFin);
```

Chaque mesure comprend deux boucles, une pour débuter à la bonne heure et une pour sortir à la bonne heure. Les boucles continuent de s'exécuter tant que les conditions spécifiées dans la commande des codes sont vraies :

```
while (bCestPasFini & !bCreationBDSeulement)
{
       dateHeureActuelle = new java.util.Date();
       bCestCommence = dateHeureActuelle.after(dateHeureDebut);
       if (bCestCommence)
       {
switch(cReqTestee)
             {
                           case 'I':
                           while (bCestPasFini)
                           {
                                  // traitement

       dateHeureActuelle = new java.util.Date();
       bCestPasFini = !dateHeureActuelle.after(dateHeureFin);
                           }
                           break;

                           •••

                     }
       }
}
```

2.1.3.4 Connexion des requêtes SQL au nuage privé

MySQL est installé sur le réseau de l'entreprise (le nuage privé) en cliquant sur le lien http://dev.mysql.com/downloads/installer/ et en téléchargeant le fichier mysql-installer-community-5.6.19.0.msi. À partir de l'ordinateur, le fichier « .jar » est ajouté sur le nuage et l'accès au réseau se fait sur l'ordinateur en cliquant sur la commande « mmysqld.exe ».

Pour éviter l'interruption des applications pendant les heures de pointe, les mesures sont prises dans les heures creuses, soit les fins de semaine et en semaine durant la nuit. Les dispositifs de stockage du nuage privé ont une efficience énergétique uniforme et répondent aux meilleures pratiques environnementales. La vitesse du réseau de l'entreprise est uniforme. La distance à parcourir entre l'ordinateur est le nuage privé est de quelques centaines de mètres. En se déplaçant de l'ordinateur au nuage privé, les données ne subissent aucun changement de format. Ainsi, il y a comptabilité entre ces deux systèmes.

2.2 Calcul de l'énergie consommée par les opérations du cycle CRUD d'une base de données MySQL (gérée par une application Java) lors de la sauvegarde de données hors ligne (dans un ordinateur) et en ligne (dans un nuage privé)

2.2.1 Calcul de l'énergie consommée par les requêtes SQL

Le processeur Intel® Core™ i7-3610QM a une puissance maximale théorique de 45 watts (voir section 2.1.3.1). La puissance expérimentale du processeur ne peut dépasser la valeur maximale. La littérature indique qu'elle représente environ 80% de la valeur théorique (Dell, Intel et Blackboard, 2007; Bernal, 2014), soit 36 watts.

La puissance (P) consommée par le processeur étant exprimée en watt ou en joule par seconde, l'énergie (E) (en joule) peut être obtenue en multipliant la puissance théorique du processeur par le temps d'exécution totale (t_{ex}) de la requête SQL en seconde. Un facteur de $1x10^{-9}$ devra être considéré puisque les temps de traitement obtenus dans Java-SQL ont été transformés en seconde. Par ailleurs, pour ne pas tenir compte des processus en marches dans Java lorsqu'il n'y a aucune requête à exécuter, le résultat doit être multiplié par le pourcentage de performance du processeur (Chen *et al.*, 2014) lors du traitement de la requête SQL ($\%PR_{rSQL}$) moins le pourcentage de performance du processeur au repos ($\%PR_0$) selon l'équation 2.1.

$$E = P \times t_{ex} \times \left(\%PR_{rSQL} - \%PR_0\right) \tag{2.1}$$

2.2.2 Détermination de la performance du processeur au repos et lors de l'exécution des requêtes SQL dans java

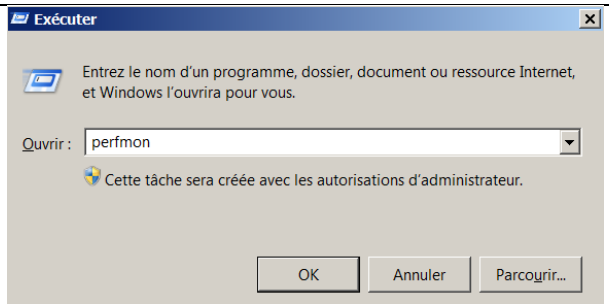
Si le profilage de la performance de l'UCT est inadéquat, les résultats peuvent être faussés (Blackburn, Cheng et Mckinley, 2004). En général, il est impossible de déterminer si le profil d'usage est adéquat ou non, car il n'existe pas de profil idéal, tous peuvent être biaisés par l'observateur (Blackburn, Cheng et Mckinley, 2004). Pour résoudre cette problématique, certains paramètres doivent être observés : 1) l'intégrité de l'application Java mesurée (une application ne doit pas être en mesure de manipuler une autre application Java de manière

incontrôlée ou en détruisant une autre application Java); 2) l'isolation (le code doit garantir qu'une application non sollicitée ou non sécurisée n'est pas en mesure de priver l'application mesurée de ses ressources), et; 3) la communication (les commandes qui communiquent normalement entre elles doivent être en mesure de communiquer entre elles) (Back, 2005). Chen et *al.* (2010) indiquent que pour obtenir un profil plus près de la réalité, il est préférable de mesurer l'usage de l'UCT à des périodes aléatoires.

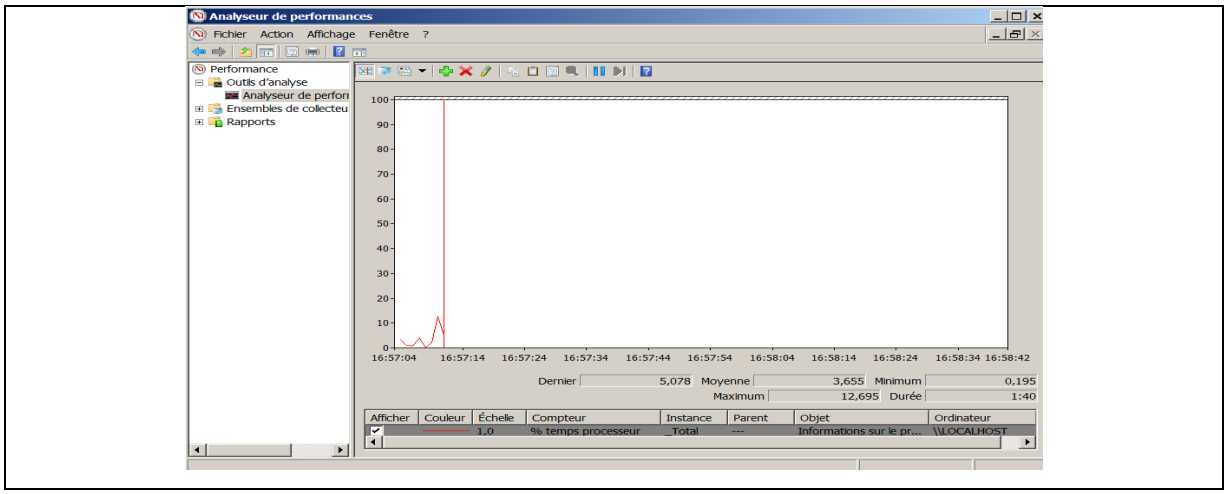
La performance du processeur est calculée par l'ordinateur. Après la fermeture de l'ensemble des applications sur l'ordinateur. L'analyseur de performance est démarré en appuyant sur la touche Windows et la lettre « R ».

Windows + R

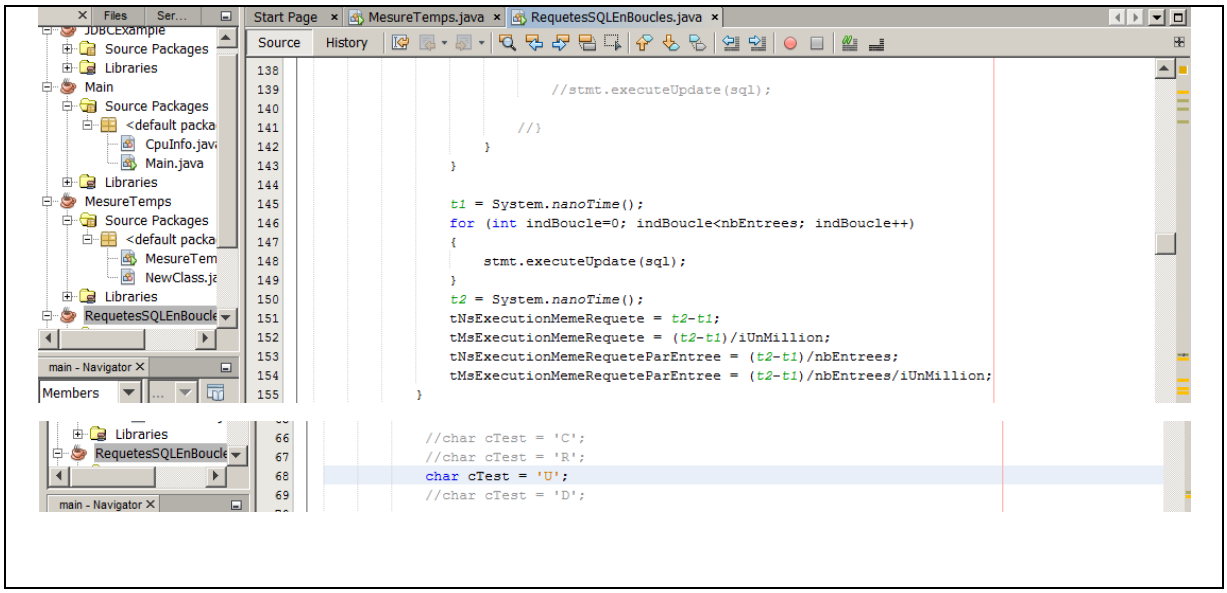
Dans la fenêtre qui s'ouvre, la fonction « *perfom* » est inscrite, suivie de « OK ».



La fenêtre « Analyseur de performances » s'ouvre. L'option « Analyseur de performance » dans « Outils d'analyse » est sélectionné.



La requête SQL pour laquelle la puissance du processeur veut être mesurée est sélectionnée.



Un délai de 1.40 minutes, soit 100 secondes, est laissé écouler pour obtenir la performance du processeur au repos. Les performances du processeur lors du traitement d'une requête SQL (**annexe V**) sont obtenues en démarrant la commande de boucle programmée dans Java où la même requête SQL est exécutée un grand nombre de fois (pour 10 000 entrées) en boucle afin que le processeur soit principalement affecté à cette tâche qui est arrêtée après 100 secondes.

```
182                 if (cTest == 'U')
183                 {
184                     for (int indBD=1; indBD<=nbBD; indBD++)
185                     {
186                         sql = "use " + sNomDBRacine + indBD + "_Avec_" + nbTables +  "Tables_" + nbCham
187                         stmt.executeQuery(sql);
188                         for (int indTable=1; indTable<=nbTables; indTable++)
189                         {
190                             sql =   "UPDATE Table_no" + indTable + "_Avec_" + nbChamps + "Champs_" + nb
191
192                             for (int indChamp=1; indChamp<nbChamps; indChamp++)
193                             {
194                                 lNb++;
195                                 sql = sql +            "champ" + indChamp + " = " + lNb + ", ";
196                             }
197                             lNb++;
198                             sql = sql +            "champ" + nbChamps + " = " + lNb;
199                             sql = sql + " WHERE id = " + 1;
200                         }
201                         t1 = System.nanoTime();
202                         for (int indBoucle=0; indBoucle<nbEntrees; indBoucle++)
203                         {
204                             stmt.executeUpdate(sql);
205                         }
206                         t2 = System.nanoTime();
207                         tNsExecutionMemeRequete = t2-t1;
208                         tMsExecutionMemeRequete = (t2-t1)/iUnMillion;
209                         tNsExecutionMemeRequeteParEntree = (t2-t1)/nbEntrees;
210                         tMsExecutionMemeRequeteParEntree = (t2-t1)/nbEntrees/iUnMillion;
211                     }
212                 }
```

Les résultats sont écrits dans fichier texte .txt

```
243             String chemin = "C:/Java et MySQL/Resultats/test_boucles_" + cTest + "_" + nbBD + "_" + nbTables + "_" + nbChamps + "_" + nbCarac
244             File fichier =new File(chemin);
245             try
246             {
247                 fichier.createNewFile();
                    FileWriter writer = new FileWriter(fichier);
249                 try
250                 {
251                     writer.write("Temps exec. meme requete pour " + nbEntrees + " entrees            = " + tNsExecutionMemeRequete + " ns");
252                     writer.write("\n");
253
254                     writer.write("Temps exec. meme requete pour " + nbEntrees + " entrees            = " + tMsExecutionMemeRequete + " ms");
255                     writer.write("\n");
256
257                     writer.write("Temps exec. par entree meme requete pour " + nbEntrees + " entrees  = " + tNsExecutionMemeRequeteParEntree
258                     writer.write("\n");
259
260                     writer.write("Temps exec. par entree meme requete pour " + nbEntrees + " entrees  = " + tMsExecutionMemeRequeteParEntree
261                     writer.write("\n");
262                 }
263                 finally
264                 {
265                     writer.close();
266                 }
267             }
                catch (Exception e)
269             {
270                 System.out.println("Impossible de creer le fichier");
271             }
```

CHAPITRE 3

RÉSULTATS

3.1 Opérations CRUD réalisées alternativement par un seul utilisateur sur une même table de la base de données sauvegardée dans le disque dur d'un ordinateur ou dans un nuage privé

Le temps de traitement total des séquences CRUD est quantifié à différents taux d'exécution selon le test mesuré. Chaque requête SQL (*insert*, *select*, *update*, *delete*) est exécutée (traitée ou bouclée) entre 1000 et 10 000 fois (selon le test analysé) par la commande « System.nanotime () »de Java. Les mesures sont prises par incrément de 1000 boucles qui sont identifiées comme 1 à 10. Entre 1 et 3, c'est-à-dire entre 1000 et 3000 requêtes exécutées en boucle, correspond un taux d'utilisation léger (L). Entre 4000 et 6000 (4 et 6); 7000 et 8000 (7 et 8); 9000 et 10 000 (9 et 10), les intensités de la requête SQL sont respectivement à taux modéré (M); élevé (É) et très élevé (TÉ). Par exemple, C10R7U1D4 signifie que sur les 10 000 entrées insérées dans la base de données, 7000 sont lues, 1000 sont mises à jour et 4000 sont supprimées. En d'autres termes, l'utilisateur (u1) a créé au temps t1 100% la liste de composantes électroniques qu'il a sauvegardée sur le disque dur d'un PC ou dans l'infonuagique. Au temps t2, il a consulté 70% des entrées de la liste, au temps t3 il a modifié 10% des entrées de la liste et au temps t4 il a supprimé 40% d'information de la base de données. Dans cette séquence, le taux d'*insert* est très intense, ceux de *select*, *update* et *delete*, sont intense, faible et moyen. Les temps d'exécution permettent de calculer l'énergie consommée. Les cinq tests qui suivent sont mesurés.

3.1.1 Test n°1 : Énergie consommée par l'ordinateur en fonction du type d'opérations CRUD

La commande *System.nanotime* a identifié et mesuré le temps d'exécution des **3025** combinaisons possibles de la séquence CRUD dont chacune des opérations est traitées par l'UCT 1000, 2000, 3000, 4000, 5000, 6000, 7000, 8000, 9000 et 10,000 fois sous les paramètres du standard S3 (**annexe VI**).

Rapport-Gratuit.com

Pour un même nombre d'entrées (C1R1U1D1, C2R2U2D2, C3R3U3D3 …. C10R10U10D10), le tableau 3.1 démontre que lorsque l'opération est sauvegardée dans le PC, son processeur prend plus de temps pour traiter une requête *update*, qu'une requête *insert*, qu'une activité *delete* que *select*. Pour mettre à jour, insérer, supprimer et sélectionner 4000 données (C4R4U4D4) dans le PC, il faut approximativement 1.689, 1.636, 1.566 et 0.477 secondes. Lors de la sauvegarde de ces opérations dans un nuage privé, il est plus difficile de déterminer la requête qui nécessite le temps de traitement le plus long : les temps calculés pour l'insertion (*insert*), la mise à jour (*update*) et la suppression (*delete*) des données sont presque semblables. Par exemple, en moyenne il faut respectivement 160.8, 164.4 et 171.4 secondes pour insérer, mettre à jour et supprimer 4000 données. Toutefois, lorsque les requêtes sont stockées dans l'infonuagique, en général il faut plus de temps pour supprimer les données. Tant dans le nuage privé que dans le PC, l'opération la plus rapide à traiter est celle portant sur la lecture (*select*) des données informatiques.

Tableau 3.1 Temps d'exécution total (en seconde) des requêtes SQL exécutées un même nombre de fois dans les séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé

Séquences CRUD sélectionnées	**C (*insert*)**		**R (*select*)**		**U (*update*)**		**D (*delete*)**		**Total**	
	PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)	(en sec)
C1R1U1D1	0.4606	37.9304	0.2366	1.6831	0.4725	43.5264	0.4340	64.0210	1.6038	147.1609
C2R2U2D2	0.8072	77.1439	0.2383	3.6515	0.8466	83.7959	0.7712	79.0573	2.6633	243.6486
C3R3U3D3	1.2190	130.3350	0.3587	4.5224	1.2475	122.3359	1.1670	121.6372	3.9922	378.8306
C4R4U4D4	1.6361	160.8344	0.4766	10.2862	1.6886	164.3503	1.5661	171.4123	5.3674	506.8832
C5R5U5D5	1.6383	205.8907	0.6152	12.3337	2.0778	210.1694	1.9322	215.9029	6.2634	644.2968
C6R6U6D6	2.3949	239.4926	0.7146	12.6396	2.5263	244.8864	2.3201	263.8034	7.9558	760.8221
C7R7U7D7	2.8606	304.2107	0.8363	17.5301	2.9772	287.8427	2.7017	305.4754	9.3757	915.0590
C8R8U8D8	3.2249	341.5721	0.9504	15.6550	3.3364	328.8095	3.1079	351.4831	10.6196	1037.5196
C9R9U9D9	3.6216	378.3661	1.0724	21.6322	3.7636	373.5517	3.5012	421.0670	11.9588	1194.6170
C10R10U10D10	4.0132	410.8232	1.1912	22.9459	4.1743	403.3593	3.8638	453.3596	13.2425	1290.4880

En général, lors du stockage sur le disque dur de l'ordinateur le temps de traitement de la requête la plus longue (*update*) est 3.5 fois plus grand que celui de la requête la plus courte (*select*). Le taux de la requête la plus longue (*delete*) sur la requête la plus courte (*select*) dans l'infonuagique est approximativement de 22.

Plus le nombre de requêtes traitées dans le PC et sauvegardées dans l'infonuagique est élevé, plus l'infrastructure physique du nuage est requise pour le téléversement et le téléchargement des données entre les deux systèmes. Ceci augmente le va et vient entre le PC et le nuage privé : il y a donc un accroissement du temps d'exécution total du traitement de la requête SQL.

Pour chaque requête SQL, le temps du processeur en activité et au repos est identifié au tableau 3.2.

Tableau 3.2 Pourcentage (%) sur 100 secondes d'utilisation du processeur au repos et lors du traitement des requêtes SQL (*insert*, *select*, *update*, *delete*) d'une séquence CRUD, mesurées lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé

Requêtes SQL	**Pourcentage (%) d'utilisation du processeur au repos (PR_0) et lors de l'exécution de requêtes SQL (PR_i) sauvegardées dans le dans le disque dur de l'ordinateur et dans le nuage privé**			
	Ordinateur		**Nuage privé**	
	PR_0 (en %)	**PR_i** (en %)	**PR_0** (en %)	**PR_i** (en %)
INSERT	3.08	7.921	1.39	2.743
SELECT		3.294		1.462
DELETE		8.232		3.880
UPDATE		4.386		1.840

La différence entre le temps du processeur en activité et le temps du processeur au repos combinée aux temps d'exécution total des séquences CRUD du tableau 3.2 permet de

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

calculer l'énergie consommée (voir section 2.2.1 pour les autres paramètres du calcul) pour chaque séquence CRUD sélectionnée (tableau 3.3).

Tableau 3.3 Énergie totale (en joule) consommée par les requêtes SQL exécutées un même nombre de fois dans les séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé

Séquences CRUD sélectionnées	C (*insert*)		R (*select*)		U (*update*)		D (*delete*)		Total	
	PC (en joule)	Nuage privé (en joule)	PC (en joule)	Nuage privé (en joule)	PC (en joule)	Nuage privé (en joule)	PC (en joule)	Nuage privé (en joule)	PC (en joule)	Nuage privé (en joule)
C1R1U1D1	0.8028	18.4751	0.0182	0.0436	0.8764	39.0170	0.2040	10.3714	1.9015	67.9072
C2R2U2D2	1.4068	37.5753	0.0184	0.0946	1.5702	75.1146	0.3626	12.8073	3.3580	125.5919
C3R3U3D3	2.1245	63.4836	0.0276	0.1172	2.3137	109.6619	0.5487	19.7052	5.0145	192.9679
C4R4U4D4	2.8513	78.3392	0.0367	0.2666	3.1320	147.3236	0.7363	27.7688	6.7563	253.6982
C5R5U5D5	2.8551	100.2853	0.0474	0.3197	3.8538	188.3959	0.9084	34.9763	7.6647	323.9771
C6R6U6D6	4.1737	116.6521	0.0551	0.3276	4.6856	219.5162	1.0908	42.7362	10.0051	379.2320
C7R7U7D7	4.9853	148.1750	0.0644	0.4544	5.5218	258.0222	1.2702	49.4870	11.8418	456.1386
C8R8U8D8	5.6202	166.3729	0.0732	0.4058	6.1881	294.7448	1.4612	56.9403	13.3428	518.4638
C9R9U9D9	6.3116	184.2946	0.0826	0.5607	6.9804	334.8518	1.6461	68.2129	15.0208	587.9199
C10R10U10D10	6.9940	200.1038	0.0918	0.5948	7.7422	361.5713	1.8166	73.4442	16.6446	635.7141

L'ordinateur prend plus d'énergie pour modifier (requête SQL *update*) une donnée qu'en ajouter (requête SQL *insert*) une nouvelle. Dans la séquence C7R7U7D7, 7000 boucles de la requête *update* consomme 5.52 joules dans l'ordinateur et 258.02 joules lorsqu'elle est enregistrée dans le nuage, alors que pour stocker autant de données suite à leur édition dans la base de données, il faut 4.98 joules dans l'ordinateur et 148.18 joules dans le nuage.

Pour éditer 7000 entrées dans une base de données, faire la lecture, la modification et la suppression du même nombre dans l'ordinateur (C7R7U7D7) coûte moins en énergie (11.84 joules) que lors sa sauvegarde dans le nuage (456.14 joules). La différence s'explique par le flux de des données entre un et deux systèmes.

Dans l'ordinateur, la création d'une donnée se fait en un seul temps, au temps t1. Pour la mettre à jour (*update*), l'UCT doit d'abord retrouver la donnée (temps t1), puis la modifier (temps t2). La lecture d'une donnée est l'opération la moins énergétique. Bien que son délai de traitement soit aussi en deux temps (à t1 la donnée est retrouvée et à t2 elle est sélectionnée), l'activité au temps t2 est moins intensive. L'opération pour sélectionner (*select*) une entrée est moins complexe que sa modification. Plus l'activité est complexe, plus l'énergie requise pour traiter la requête est importante.

Pour une séquence stockée dans le nuage, les opérations t1 et t2 ont lieu sur deux systèmes (l'ordinateur et le nuage) et pour certaines requêtes une activité supplémentaire a lieu au temps t3. Une fois les données insérées (*insert*) dans la table de la base de données (au temps t1), elles sont sauvegardées sur le nuage (au temps t2). Pour effectuer une lecture (*select*), une modification (*update*) ou suppression (*delete*) des entrées de la base de données, elles doivent d'abord être téléchargées du nuage (au temps t1), lues, modifiées ou supprimées sur le disque dur de l'ordinateur (au temps t2), puis téléversées de nouveau dans le nuage (au temps t3). Les opérations R, U et D exigent un chemin aller-retour entre le PC et le nuage, alors que l'activité *insert* n'est qu'un aller simple, de l'ordinateur vers le nuage. De l'énergie est gaspillé dans le transport entre les deux systèmes. La consommation d'énergie de l'opération est partagée entre la machine et le nuage, mais uniquement l'impact du PC qui utilise le nuage est mesuré.

3.1.2 Test n°2 : Énergie consommée par l'ordinateur en fonction du nombre d'opérations CRUD exécutées

Le nombre de fois que la requête SQL est traitée dans le CTD ou dans le nuage est proportionnel au temps d'exécution total (tableau 3.4). Le processeur prend plus de temps pour exécuter un grand nombre de boucles, et ce pour les quatre requêtes SQL.

Tableau 3.4 Temps d'exécution total (en seconde) des requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un premier groupe de séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé

Séquences CRUD sélectionnées	C (*insert*)		R (*select*)		U (*update*)		D (*delete*)		Total	
	PC (en sec)	Nuage privé (en sec)	PC (en sec)	Nuage privé (en sec)	PC (en sec)	Nuage privé (en sec)	PC (en sec)	Nuage privé (en sec)	PC (en sec)	Nuage privé (en sec)
C4R1U1**D1**	1.6439	166.1890	0.1199	1.5183	0.4226	41.6164	0.3718	39.8896	2.5582	249.2134
C4R1U1**D4**	1.6140	154.7951	0.1204	2.0850	0.4243	43.3983	1.5423	169.0426	3.7010	369.3210
C4R1**U1**D2	1.6469	157.3317	0.1190	2.2090	0.4361	42.3886	0.7853	89.7723	2.9873	291.7016
C4R1**U4**D2	1.6382	162.0153	0.1203	1.9419	1.7123	162.5902	0.7588	80.2521	4.2297	406.7996
C4**R1**U4D1	1.6428	174.6241	0.1195	2.2134	1.7269	166.2211	0.3964	46.1868	3.8856	389.2453
C4**R4**U4D1	1.6250	172.1784	0.4786	10.8322	1.6741	164.0645	0.3908	39.4023	4.1685	386.4774
C1R1U1D1	0.4606	37.9304	0.2366	1.6831	0.4725	43.5264	0.4340	64.0210	1.6038	147.1609
C4R1U1D1	1.6439	166.1890	0.1199	1.5183	0.4226	41.6164	0.3718	39.8896	2.5582	249.2134

Lors de l'édition, la vitesse de création du document n'est pas pertinente, puisque dans MySQL la mesure porte sur poids de la base de données. C'est son volume qui fait varier les résultats. Plus elle est volumineuse, plus le temps de traitement des données est long. L'accroissement de la quantité d'entrées donne au processeur un accès moins rapide aux périphériques de stockage de l'ordinateur. Le processeur de l'ordinateur prend près de quatre fois plus de temps pour exécuter C4 que C1, R4 que R1, U4 qu'U1 et D4 que D1. Les temps de traitement les opérations « C » dans **C1**R1U1D1 et **C4**R1U1D1 sauvegardées dans le nuage sont de 37.93 et 166.19 secondes. Il faut près de 4.5 fois plus de temps pour exécuter C4 que C1. Lorsque ces mêmes séquences sont stockées dans le disque dur de l'ordinateur, le taux est d'environ 3.6.Entre C4**R1**U4D1 et C4**R4**U4D1 le facteur de l'opération « R » est de 4.8 dans le nuage et 4.0 dans l'ordinateur; Entre C4R1**U1**D2 et C4R1**U4**D2, le facteur de l'opération « U » est de 3.84 dans le nuage et 3.92, et; entre C4R1U1**D1** et C4R1U1**D4** celui de D dans le nuage est de 4.2 et dans le PC, 4.1.

Lorsque la base de données est surchargée d'entrées, le temps pour exécuter les autres requêtes SQL (R, U et D) est plus long (tableau 3.4). Selon le tableau 3.5, l'énergie requise pour la traiter est plus élevée également. Ce cas, représente celle de l'entreprise qui fait usage

de la technologie de l'infonuagique comme instrument de stockage. Elle y déposera des données qu'elles sont tenues de conserver pendant une longue période de temps, par exemple, les informations fiscales de l'entreprise ou des dossiers de clients inactifs.

Tableau 3.5Énergie totale (en joule) consommée par les requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un premier groupe de séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé

Séquences CRUD sélectionnées	**C (*insert*)**		**R (*select*)**		**U (*update*)**		**D (*delete*)**		**Total**	
	PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)	(en joule)
C4R1U1**D1**	2.8650	80.9474	0.0092	0.0394	0.7837	37.3050	0.1748	6.4621	3.8327	124.7538
C4R1U1**D4**	2.8129	75.3976	0.0093	0.0540	0.7869	38.9022	0.7251	27.3849	4.3342	141.7388
C4R1**U1**D2	2.8701	76.6331	0.0092	0.0573	0.8089	37.9972	0.3692	14.5431	4.0574	129.2306
C4R1**U4**D2	2.8549	78.9144	0.0093	0.0503	3.1759	145.7459	0.3568	13.0008	6.3969	237.7115
C4**R1**U4D1	2.8630	85.0559	0.0092	0.0574	3.2029	149.0006	0.1864	7.4823	6.2615	241.5961
C4**R4**U4D1	2.8320	83.8646	0.0369	0.2808	3.1050	147.0674	0.1837	6.3832	6.1576	237.5960
C1R1U1D1	0.8028	18.4751	0.0182	0.0436	0.8764	39.0170	0.2040	10.3714	1.9015	67.9072
C4R1U1D1	2.8650	80.9474	0.0092	0.0394	0.7837	37.3050	0.1748	6.4621	3.8327	124.7538

La séquence C4R1U1**D1** consomme moins d'énergie (3.83 joules dans le disque dur du PC et 124.75 joules dans le nuage) que C4R1U1**D4** (4.33 joules dans le disque dur de l'ordinateur et 141.74 joules dans le nuage). Plus la base de données se remplit (*insert*) ou plus la quantité de données sélectionnées (*select*) et mise à jour (*update*) sont grandes ou plus le taux de suppression (*delete*) est élevé, plus l'énergie associée au traitement de la requête est grande. C'est particulièrement les taux de variation des opérations C, U et D enregistrées dans l'ordinateur qui font fluctuer l'énergie globale de séquence CRUD (tableau 3.5). Celui des consultations des données est très minime, soit environ 0.05joule à chaque incrément de 1000 requêtes *read*, contrairement aux activités.

Une fois les données insérées dans la base de données, lorsque le taux de modification (*update*) est faible (U1, U2 ou U3), peu importe le taux de suppression (D1, D4, D7 ou D10), la variation d'énergie entre les séquences CRUD est faible (tableau 3.6). Ce n'est donc pas l'opération *delete* qui fera varier de façon significative le bilan énergétique du cumul des activités CRUD sauvegardées dans l'ordinateur :

Tableau 3.6 Temps d'exécution total et énergie totale consommée par les requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un deuxième groupe de séquences CRUD sélectionnées et mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3

Séquences CRUD sélectionnées	**C (*insert*)**		**R (*select*)**		**U (*update*)**		**D (*delete*)**		**Total**	
	Temps d'exécution total (en sec)	**Énergie totale (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie totale (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie totale (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie totale (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie totale (en joule)**
C10R1U1D1	4.0839	7.1172	0.1191	0.0092	0.4204	0.7798	0.3829	**0.1800**	5.0063	8.0862
C10R1U2D4	4.0635	7.0816	0.1200	0.0092	0.8545	1.5849	1.5427	**0.7253**	6.5807	9.4010
C10R1U1D10	4.0723	7.0971	0.1196	0.0092	0.4221	0.7829	3.8456	**1.8081**	8.4596	9.6973
C10R2U3D4	3.9352	6.8581	0.2356	0.0182	1.2438	2.3070	1.5485	**0.7281**	6.9632	9.9113
C8R7U5D2	3.2081	5.5910	0.8371	0.0645	2.1001	3.8951	0.7723	**0.3631**	6.9176	9.9137
C8R1U4D6	3.2772	5.7114	0.1186	0.0091	1.6745	3.1056	2.3199	**1.0907**	7.3902	9.9169
C9R9U4D3	3.5464	6.1805	1.0583	0.0815	1.6781	3.1124	1.1602	**0.5455**	7.4431	9.9199
C10R1U3D7	3.9935	6.9597	0.1200	0.0092	1.2640	2.3444	2.7273	**1.2822**	8.1047	10.5955

Il ressort des tableaux précédents, plus l'opération est complexe plus le temps d'exécution est élevé. Toutefois, d'après le tableau 3.7, une opération complexe (comme celle de mise à jour d'une base de données) avec peu de tâches à accomplir, a un temps d'exécution plus faible d'une opération simple (comme celle de consultation) avec plus de tâche à exécuter.

Tableau 3.7 Temps d'exécution total et énergie totale consommée par les requêtes SQL exécutées à des taux variables dans un troisième groupe de séquences CRUD sélectionnées, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3

Séquences CRUD sélectionnées	**C (*insert*)**		**R (*select*)**		**U (*update*)**		**D (*delete*)**		**Total**	
	Temps d'exécution total (en sec)	**Énergie consommée (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie consommée (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie consommée (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie consommée (en joule)**	**Temps d'exécution total (en sec)**	**Énergie consommée (en joule)**
C10**R10U1**D2	3.9749	6.9274	1.1769	0.0907	0.3977	0.7377	0.7649	0.3596	6.3145	8.1153
C10**R1U10**D2	3.9865	6.9476	0.1193	0.0092	4.1718	7.7375	0.7840	0.3686	9.0615	15.0628
C7**R7U1**D2	2.8293	4.9309	0.8311	0.0640	0.4176	0.7746	0.7798	0.3666	4.8579	6.1361
C7**R1U7**D2	2.8273	4.9273	0.1197	0.0092	2.9692	5.5071	0.7606	0.3576	6.6769	10.8012
C5**R3U1**D2	1.6317	2.8436	0.3647	0.0281	0.3562	0.6607	0.6677	0.3139	3.0203	3.8464
C5**R1U3**D2	2.0540	3.5796	0.1189	0.0092	1.2487	2.3160	0.7712	0.3626	4.1928	6.2674

Par exemple (tableau 3.7), en stabilisant les valeurs de C et D, pour les séquences qui contiennent C10 et D2, 10 000 lectures suivies d'une seule modification (R10-U1) dans la base de données consomment moins d'énergie (8.11 joules) que 1000 lectures suivies 10 000 modifications (R1-U10) (15.06 joules). Il en est de même dans les séquences qui contiennent C7 et D2, 1000 *update* (**U1)** et 7000 *select* (**R7**) consomment moins d'énergie (6.14 joules) que 7000 *update* (**U7)** et 1000 *select* (**R1**) (10.8 joules) ou encore, pour les séquences qui contiennent C5 et D2, 1000 *update* (**U1)** et 3000 *select* (**R3**) consomment moins d'énergie (3.85 joules) que celles composées de 3000 *update* (**U3)** et 1000 *select* (**R1**) (6.27 joules).

3.1.3 Test n°3 : Énergie consommée par diverses opérations et séquences CRUD permettant de modifier une entrée

Dans le test n°3, la base de données est également construite selon le standard S3. Les 10 000 entrées ont donc une longueur de 10 caractères et chacune possède une clé primaire : étant non indexée, elle est comparée à une table qui est indexée.

Pour changer une clé primaire (par exemple, le nom d'un produit de la liste) ou une entrée dans la table de la base de données, trois commandes SQL peuvent être lancées: 1) *UPDATE*; 2) *SELECT+UPDATE*, ou; 3) *DELETE+INSERT* ou *REPLACE* (tableau 3.9).

Le test n°3 mesure le temps de traitement et l'énergie consommée pour changer une clé primaire (dont la séquence est « **12345**67894 ») en autre clé primaire dont la séquence est indexée (« **12345**23114 ») dans une table non indexée et une table indexée (tableau 3.9).

Le tableau 3.8 indique les pourcentages d'utilisation du processeur pour l'exécution des requêtes SQL au repos et en activité dans la table indexée ou non indexée, sauvegardées dans le PC ou stockées dans le nuage privé.

Tableau 3.8 Pourcentage (%) sur 100 secondes d'utilisation du processeur au repos et lors du traitement des requêtes SQL (*insert*, *select*, *update*, *delete*) mesurées individuellement ou en séquence pour changer une clé primaire lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans l'ordinateur et dans le nuage privé

Type de table dans la base de données	**Requêtes SQL**	**Pourcentage (%) d'utilisation du processeur au repos (PR_0) et lors de l'exécution de requêtes SQL (PR_i) sauvegardées dans le dans le disque dur de l'ordinateur et dans le nuage privé**			
		Ordinateur		**Nuage privé**	
		PR_0 (en %)	**PR_i** (en %)	**PR_0** (en %)	**PR_i** (en %)
Table non indexée	*UPDATE*	0.136	10.041	0.968	9.342
	SELECT+UPDATE		12.763		11.398
	DELETE+ INSERT		16.724		18.77
Table indexée	*UPDATE*	1.120	13.118	12.945	24.014
	SELECT+UPDATE		13.210		26.890
	DELETE+ INSERT		12.479		29.823

Lorsque la commande *UPDATE* seule est exécutée, pour modifier à taux léger (1000 fois sur 10 000), modéré (4000 fois), élevé (7000 fois) et très élevé (9000 fois) la clé primaire « **12345**23114 » d'une table non indexée, l'UCT prend entre 3.10 et 36.85 secondes lorsque la table est sauvegardée dans l'ordinateur et entre 42.63 et 413.35 secondes lorsqu'elle est stockées dans un nuage privé (tableau 3.9). Le changement aux même taux de la même clé primaire dans une table indexée est traité entre 7.88 et 45.25 secondes dans le disque dur du PC et entre 25.96 et 201.09 secondes dans l'infonuagique (tableau 3.9).

Tableau 3.9 Temps d'exécution total, énergie totale et énergie moyenne consommées par les requêtes SQL *insert* (C), *select* (R), *update* (U) et *delete* (D) exécutées individuellement ou en séquence à taux léger (1000 fois), modéré (4000 fois), élevé (7000 fois) et très élevée (9000 fois) pour modifier une clé primaire indexée et une clé primaire non indexée d'une base de données sauvegardée dans un ordinateur (PC) et dans un nuage privé

Requêtes et séquences CRUD pouvant exécuter le changement de la clé primaire		**Modification d'une clé primaire**											
		dans une table non indexée						**dans une table indexée**					
		Temps d'exécution total (en sec)		**Énergie totale (en joule)**		**Énergie moyenne (en joule/entrée)**		**Temps d'exécution total (en sec)**		**Énergie totale (en joule)**		**Énergie moyenne (en joule/entrée)**	
		PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
UPDATE	**U1**	3.10	42.63	11.05	128.51	0.011054	0.128514	7.88	25.96	34.05	103.43	0.034053	0.103431
	U4	15.65	180.71	55.82	544.77	0.013955	0.136192	31.38	102.14	135.53	407.02	0.033884	0.101756
	U7	27.92	317.91	99.54	958.40	0.014220	0.136914	39.09	158.37	168.83	631.07	0.024119	0.090153
	U9	36.85	413.35	131.40	1246.10	0.014600	0.138455	45.25	201.09	195.46	801.32	0.021717	0.089035
SELECT + UPDATE	**R1U1**	5.01	56.85	22.79	213.45	0.022792	0.213449	10.94	29.67	47.59	148.97	0.047594	0.148969
	R4U4	32.92	228.82	149.65	859.18	0.037412	0.214796	46.79	118.92	203.63	597.02	0.050907	0.149254
	R7U7	69.64	406.80	316.55	1527.44	0.045222	0.218205	82.15	208.48	357.54	1046.62	0.051077	0.149517
	R9U9	89.93	527.97	408.78	1982.44	0.045420	0.220271	106.90	272.38	465.28	1367.38	0.051698	0.151931
DELETE + INSERT	**D1C1**	7.64	96.67	45.61	619.54	0.045606	0.619544	16.03	51.86	65.54	315.08	0.065538	0.315081
	D4C4	46.62	391.15	278.42	2506.74	0.069606	0.626685	73.00	209.68	298.51	1274.01	0.074627	0.318504
	D7C7	82.04	690.00	489.89	4422.00	0.069985	0.631715	128.45	371.67	525.27	2258.31	0.075038	0.322616
	D9C9	108.31	895.87	646.82	5741.49	0.071869	0.637933	172.62	478.98	705.90	2910.30	0.078433	0.323366

Une mise à jour s'effectue plus rapidement dans une table indexée que dans celle qui n'a pas d'indexée et cette modification est plus rapide lorsque la séquence mise à jour est stockée sur le disque dur d'un PC que dans l'espace infonuagique. Lorsque la table est sauvegardée dans l'infonuagique, le temps est augmenté par les flux de téléchargements et de téléversements des opérations CRUD entre l'ordinateur de l'usager et le nuage privé.

Dans la table non indexée, le changement de la séquence « **12345**67894 » pour n'importe quelle autre clé primaire, telle que « **12345**23114 » se fait en deux étapes : 1) parcourir l'ensemble de la table pour trouver la clé primaire **12345**67894; 2) changer la clé primaire pour la nouvelle séquence choisie. Dans une table indexée, au lieu de parcourir l'ensemble de la table, la recherche se fera uniquement dans les mots reliés à l'index « **12345** ». Dans MySQL, les index permettent de trouver rapidement des informations spécifiques dans les lignes de la base de données, sans lire l'ensemble de la table. Par exemple, dans une liste de composantes électroniques où chaque ligne contient un produit, tels que circuit intégré, circuit hybride, circuit imprimé, processeur A1, processeur A2, processeur A3, logiciel A et logiciel B. L'index peut contenir les mots circuit, processeur et logiciel. Lorsqu'une

Rapport-Gratuit.com

commande est lancée pour lire, modifier ou supprimer la ligne (ou un élément de la ligne) « circuit hybride », au lieu de chercher l'expression dans l'ensemble de la liste (base de données), elle sera retrouvée parmi les mots indexés débutant par « circuit ». Dans la liste de composantes électroniques, il est plus efficient de mettre à jour l'information d'une donnée dont la catégorie existe (est indexée) déjà dans la base de données (par exemple, la catégorie « circuit »), que de remplacer une information qui est non catégorisée dans liste.

Dans une table non indexée contenant 10 000 entrées, la fonction *update* est plus efficiente lorsqu'elle est peu exécutée (U1) que lorsqu'elle est exécutée à taux très élevée (U9) : 1000 *update* consomment en moyenne 0.011054 joule/entrée lorsqu'elles sont enregistrées dans le PC et 0.005740 joule/entrée lorsqu'elles sont stockées dans le nuage privé, alors que 9000 *update* (U9) consomment 0.0146 joule/entrée dans le PC et 0.006184 joule/entrée dans l'infonuagique. Dans une table indexée, il est plus efficient de faire les changements requis plusieurs fois (U9) lors d'un même accès à la base de données que de petites modifications (U1) pour retourner de nouveau à multiples reprises pour y faire d'autres changements. Le premier cas (9000 *update*) consomme en moyenne 0.021717 joule/entrée dans le PC et 0.089035 joule/entrée dans le nuage, alors que le second (1000 *update*) consomme 0.034053 joule/entrée dans le PC et 0.103431 joule/entrée dans le nuage. L'exécution de ces opérations dans le nuage demande une énergie supplémentaire pour le téléchargement et le téléversement entre l'ordinateur de l'utilisateur et du nuage privé.

À première vue, il semble être simple d'exécuter de façon isolée la requête *update*. En dépit de l'énergie moyenne d'U1 soit minime dans la table non indexée et celle d'U9 soit minime dans la table indexée, lorsque ces requêtes doivent être exécutées à plusieurs reprises dans une base de données volumineuse, leur performance peut être réduite de façon significative.

Lorsque l'utilisateur veut changer la quantité en stock ou toute autre information pour un des produits de la liste de composantes électroniques, il n'a qu'à lancer la commande *update* suivie de l'information qu'il veut modifier et le changement sera exécuté. Toutefois, avant d'effectuer la modification, s'il veut prendre connaissance depuis le dernier accès au fichier,

de la quantité en stock ou toute autre information dans la liste de composante électroniques, il doit d'abord sélectionner l'information en lançant la commande *select*, puis faire un *update.* Par la fusion des commandes *SELECT + UPDATE* en un seul procédé, aux taux léger, modéré, élevé et très élevé, l'énergie moyenne consommée par la fusion des deux requêtes pour lire et mettre à jour une ou des clé(s) primaire(s)non indexée(s) et enregistrée(s) dans le PC est entre 22.79 et 408.78 joules. Dans le nuage, les valeurs sont entre 213.45 et 1982.44 joules. Dans une table indexée, l'énergie consommée est moindre, soit entre 47.59 et 465.28 joules dans le PC et 148.97 et 1367.38 dans l'infonuagique (tableau 3.9). Il peut donc être utile de tenir à jour sur papier ou un tableau la quantité en stock ou toute autre information de la liste de composantes électroniques pour éviter les multiples opérations *SELECT+UPDATE*, c'est à dire pour éviter d'engendrer une énergie supplémentaire consommée à chaque fois que l'utilisateur visualise l'entrée de la base de donnée avant de la modifier au lieu de la modifier directement.

Au lieu de modifier l'entrée de la clé primaire, l'utilisateur peut simplement supprimer la ligne et insérer la nouvelle information sur une autre ligne, soit la commande *DELETE+INSERT*. Une fois que l'opération *select* est terminée les données sont en cache, et lorsque l'utilisateur voudra effectuer une mise à jour (*update*), elle sera directement éditée dans la cache. Ce qui est plus efficient qu'une opération *delete+insert*, qui nécessite des opérations de lecture, suppression et d'édition. Bien que l'économie d'énergie offerte par *select+update* soit minime, si la même opération est répétée pour plusieurs entrées dans la table, la séquence *delete+insert* est plus efficiente. La séquence est réalisée par la requête replace qui supprimer une entrée, puis en insère une autre.

D'après le tableau 3.9, pour effectuer des changements à faible volume (1000 fois en l'espèce) dans une table non indexée de 10 000 entrées, autant de le PC que dans le nuage, l'opération *update* est plus efficiente (0.011054 joule/entrée pour le PC et 0.128514 joule/entrée dans le nuage) que *select+update* (0.222792 et 0.213449 joule/entrée) que *delete+insert* (0.045606 et 0.619544 joule/entrée). Pour le même taux de mise à jour dans

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

une table indexée, bien que l'opération update (U1), soit la plus efficiente que *select+update* et que *delete+insert*, elle est moins efficiente lorsqu'elle est exécutée à volume élevé (U9).

3.2 Opérations CRUD réalisées simultanément par plusieurs utilisateurs sur une même table de la base de données sauvegardée dans un nuage privé : Test n°4, énergie consommée par un ordinateur lors d'accès synchrone à la même base de données par un deuxième ordinateur

Les opérations peuvent également être réalisées par plusieurs personnes de façon synchrone ou asynchrone sur un même document. De façon asynchrone, la liste de composantes électroniques est éditée (*insert*) par un utilisateur (u1) au temps un (t1) est sauvegardée sur le nuage privé de l'organisation. Suite à sa publication sur le réseau de l'entreprise, un employé (utilisateur u2) le consulte (*select*) à la période t2. Au temps t3, un membre du département de la gestion des opérations de l'entreprise (utilisateur u3) met à jour (*update*) les délais de commande pour quelques produits de la liste. Un autre gestionnaire (utilisateur u4) supprime (*delete*) les données périmées de la liste.

L'énergie des ordinateurs de chaque utilisateurs qui effectue ces tâches peut être calculée et correspond aux paramètres déjà mesurés aux tests n°1 et n°2. Toutefois, À l'inverse du cas précédent, au lieu d'être accomplies les unes après les autres, les opérations de CRUD peuvent être réalisées de façon simultanée dans le nuage privé. La portabilité de l'information est offerte par le nuage. Les utilisateurs peuvent collaborer via un navigateur Web pour travailler sur un document avec plus flexibilité. L'ensemble des opérations CRUD peuvent réalisées de façon collaborative et synchrone. Plusieurs co-auteurs peuvent éditer (requête *insert*) le document en même temps, de façon synchrone en ligne et en temps réel. L'ensemble des opérations sont traitées sur le nuage centralisé.

De façon synchrone, les utilisateurs u1, u2, u3 et u4 mentionnés précédemment peuvent effectuer les opérations de façons concurrentes. Il suffit d'avoir un mot de passe et un droit d'accès au document. Par exemple, en même temps (à la période t1) que l'utilisateur (u1) édite, u2 peut le consulter, u 3 peut mettre à jour des entrées de la liste u4 peut supprimer de

la liste la partie qui n'est plus à jour. Les utilisateurs effectuent les fonctions CRUD sur des ordinateurs ayant des caractéristiques et paramètres identiques. Dans le test n°4, il est admis que deux utilisateurs peuvent exécuter chacune des opérations CRUD. L'effet des opérations accomplies par deux utilisateurs (u1 et u2) qui exécutent simultanément chacun des opérations CRUD à un taux léger (1000 entrées), modéré (4000 entrées), élevé (7000 entrées) et très élevé (9000 entrées) et qui sont sauvegardées sur un nuage privé, est mesuré sur l'ordinateur de chacun des usagers.

Les pourcentages de traitement des processeurs des ordinateurs des utilisateurs u1 et u2 utilisés pour mesurer l'influence sur chaque ordinateur des opérations CRUD exécutées simultanément et sauvegardées dans un nuage privé sont indiqués au tableau 3.10.

Tableau 3.10 Pourcentage (%) sur 100 secondes d'utilisation du processeur au repos et lors du traitement des requêtes SQL (*INSERT*, *SELECT*, *UPDATE*, *DELETE*) exécutées simultanément par deux utilisateurs (u1, u2) mesurées par Java-MySQL lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans un nuage privé

Requêtes SQL synchronisées entre les ordinateurs des utilisateurs u1 et u2 (u1-u2) et sauvegardées dans le nuage privé	**Utilisateur u1**		**Utilisateur u2**	
	PR_0	**Pr_{ia}**	**PR_0**	**Pr_{ia}**
INSERT–INSERT	2.391	3.469	2.258	3.894
SELECT–SELECT		2.463		2.369
UPDATE–UPDATE		4.593		5.431
DELETE–DELETE		2.990		3.514
INSERT–SELECT		3.485		4.817
INSERT–UPDATE		3.635		5.163
INSERT–DELETE		3.602		4.952
SELECT–INSERT		2.582		3.072
UPDATE–INSERT		4.947		5.734
DELETE–INSERT		3.041		3.692
SELECT–UPDATE		2.567		2.712
SELECT–DELETE		2.499		2.560
UPDATE–DELETE		4.768		5.612

Les ordinateurs des utilisateurs u1 et u2 ayant les mêmes caractéristiques, pour les mêmes requêtes, à savoir *insert-insert*, *select-select*, *update-update* et *delete-delete*, le nombre de requêtes et le temps d'exécution consommés par chacun sont similaires (tableau 3.11).

Tableau 3.11 Temps d'exécution total et énergie moyenne consommée par les requêtes SQL exécutées simultanément par deux utilisateurs (u1, u2), mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans le nuage privé

Opérations SQL synchronisées des utilisateurs u1-u2	**Utilisateur u1**				**Utilisateur u2**			
	# Requêtes SQL exécutées	**Temps d'exécution total (en ns)**	**Seconde /requête**	**Énergie moyenne (en joule/requête)**	**# Requêtes SQL exécutées**	**Temps d'exécution total (en ns)**	**Seconde /requête**	**Énergie moyenne (en joule/requête)**
INSERT–INSERT	7379	599957777441	0.081306109	0.031553	7488	599504694655	0.0800621	0.0471534
SELECT–SELECT	79314	300224957446	0.003785271	0.000098	79515	305517335989	0.0038423	0.0001535
UPDATE–UPDATE	7315	599937647192	0.082014716	0.065015	7473	599226107329	0.0801855	0.0915943
DELETE–DELETE	7295	600027927910	0.082251944	0.017737	7302	599950156025	0.0821624	0.0371506
INSERT–SELECT	14789	599956226471	0.040567735	0.015977	93595	301779197933	0.0032243	0.0029704
INSERT–UPDATE	7340	599984387224	0.081741742	0.036607	7508	599272880357	0.0798179	0.0834736
INSERT–DELETE	6866	599945149468	0.087379136	0.038094	6974	599990998583	0.0860325	0.0834378
SELECT–INSERT	84922	301671785820	0.00355234	0.000244	14569	599374166771	0.0411404	0.0120558
UPDATE–INSERT	7344	599946969564	0.081692125	0.075170	7509	599336400589	0.0798157	0.0998782
DELETE–INSERT	7273	599975677473	0.082493562	0.019303	7441	599524059188	0.0805704	0.0415936
SELECT–UPDATE	88553	296438801516	0.003347586	0.000212	14331	599026246488	0.0417993	0.0068317
SELECT–DELETE	100524	301333433523	0.002997627	0.000117	13888	599949342156	0.0431991	0.0046966
UPDATE–DELETE	7679	599949358650	0.078128579	0.066856	7621	599991511540	0.0787287	0.0950602

Ces valeurs sont comparées à celles consommées individuellement pour chaque activité CRUD enregistrée dans l'infonuagique (tableau 3.12). Lors du test *insert-insert*, il y a 7379 requêtes qui sont exécutées par u1 et 7488 exécutées par u2. L'énergie moyenne consommée par chacune pour l'exécution simultanée de la requête *insert* est 3.1553×10^{-2} joule/entrée pour le premier usager et 4.65319×10^{-2} joule/entrée pour le second (tableau 3.11). Lorsque chaque utilisateur exécute individuellement la requête *insert*, l'énergie moyenne est moindre, soit 4.594×10^{-3} joule/entrée pour u1 et 3.1714 x 10-2 joule/entrée pour u2(tableau 3.12).

Il en est de même pour les requêtes *update* et *delete* où il est légèrement plus efficient pour l'ordinateur d'exécutée ces requêtes individuellement que lorsqu'elles sont traitées simultanément avec un autre ordinateur. La mesure du temps d'exécution par l'UCT est facilité par une commande monolithe car elle n'a pas besoin de le décomposer en différentes étapes, à la différence de l'atomicité qui donne l'illusion que ces requête SQL sont effectuées en même temps et prennent instantanément plus de temps pour être exécutées, donc plus d'énergie. Bien que la différence soit minime, il faut penser que l'exécution à répétition et/ou pour plusieurs valeurs de la liste de composantes électroniques peut générer une empreinte énergétique non négligeable. En théorie, même si deux opérations comme *update-update*

exécutées de façon synchrone n'entrent pas en conflit, dans la logique elles peuvent être conflictuelles. Par exemple, si les deux utilisateurs mettent à jour en même temps la même clé primaire de la liste de composantes électroniques, en temps réel elles seront exécutées une après l'autre. L'ordinateur qui effectue en deuxième la mise à jour aura un temps d'exécution plus long que le premier, et ce, en raison de sa position (deuxième) et du temps d'ajustement du système pour permettre le traitement de la seconde modification. Chaque ordinateur consomme moins d'énergie lorsqu'ils exécutent de façon synchrone la commande *select* pour lire un document simultanément.

Tableau 3.12 Temps d'exécution total, pourcentage d'utilisation du processeur et énergie moyenne consommée individuellement par les requêtes SQL *insert, select, delete* et *update*, mesurées par *System.nanotime* de l'ordinateur u1 et de l'ordinateur u2 selon le nombre d'entrées obtenu au tableau 3.11 et sauvegardées dans le nuage privé

Utilisateurs	Types de requêtes SQL	# Requêtes	% processeur actif ($\%PR_i$)	% processeur au repos ($\%PR_0$)	Variation du processeur ($\%PR_i - \%PR_i$)	Temps d'exécution total (en sec)	Énergie moyenne (en joule/requête)
u1	***INSERT* (C)**	**7379**	0.01515	0.01221	0.00294	320.28	0.004594
	***SELECT* (R)**	**79314**	0.01914		0.00693	170.24	0.000535
	***UPDATE* (U)**	**7315**	0.01703		0.00482	302.34	0.007172
	***DELETE* (D)**	**7295**	0.01344		0.00123	328.66	0.001995
u2	***INSERT* (C)**	**7588**	0.02898	0.00892	0.02006	333.23	0.031714
	***SELECT* (R)**	**71515**	0.1191		0.11018	203.35	0.011279
	***UPDATE* (U)**	**7473**	0.03327		0.02435	313.52	0.036777
	***DELETE* (D)**	**7502**	0.04434		0.03542	322.44	0.054805

Dans la même table (liste de composantes électroniques) de la base de données pendant qu'un utilisateur édite le contenu, l'autre utilisateur peut : lire les informations édites ou autres informations, soit l'opération *insert-select*; mettre à jour le contenu, soit l'opération *insert-update*; supprimer une entrée, soit *insert-delete*. Contrairement aux opérations identiques (*insert-insert, select-select, update-update* et *delete-delete*) qui sont exécutées sur la même entrée, il n'y a pas de compétition sur le nuage pour leur traitement. Leur temps de traitement est donc plus proche que le temps de traitement des requêtes *insert*, *select*, *update* et *delete* exécutée individuellement.

Il faut noter que les opérations *select-update* et *delete-insert* effectuées chacune par un seul utilisateur (u1 fait l'opération *select* et u2 fait l'opération *update*, ou u1 fait un *update* et u2

fait un *insert*) consomme moins énergie sur chaque ordinateur que si elles sont effectuées simultanément sur le même ordinateur (test n°3). Dans un environnement de mise à jour collaborative, le contenu de documents modifiés doit être téléchargé sur le serveur à intervalles de temps réguliers, le temps d'exécution est alors favorable à l'exécution des requêtes individuellement.

CHAPITRE 4

DISCUSSION

4.1 Profil énergétique *isolé* des opérations et des séquences CRUD stockées dans un nuage privé

Les données générées sur un ordinateur et sauvegardées dans le CTD local ou le nuage privé ont un schéma d'énergie qui diffère. Elles sont affectées par leur taux de téléchargement et de téléversement entre les deux systèmes. La migration des données dans cette installation mixte fait en sorte qu'une fraction de la puissance de l'ordinateur est attribuable au CTD traditionnel ou celui du nuage privé. Toutefois, aucune concurrence n'opère entre les deux, puisque les opérations primaires telles que la création, la consultation et la mise à jour et la suppression des données sont traitées dans l'ordinateur, alors que le CTD ou le nuage assume la fonction de stockage de l'information.

Par la forte consommation d'énergie des serveurs qui le compose, son grand besoin en climatisation, ses larges bandes passantes et l'électricité consommée par les données qui y sont enregistrées : le CTD traditionnel par nature n'est pas efficient. La consommation d'énergie en fonction de l'utilisation dans le CTD infonuagique le rend plus efficient que le CTD traditionnel. Du point de vue des activités CRUD fractionnées ou en séquences, exécutées par un seul usager ou simultanément par deux utilisateurs, leur profil énergétique démontre qu'il y a un compromis à faire entre celles exécutées dans le nuage privé et la quantité d'informations qui y est envoyée. Pour une écologisation des activités CRUD, il faut tenir compte de leur rendement énergétique et consolider les énergies entre l'ordinateur et l'infonuagique.

Plus le processus s'effectue rapidement, moins il consomme de l'énergie. Lors de procédés plus complexe comme la mise à jour des données, les ressources informatiques sont les plus utilisées de sorte qu'elles passent par plusieurs états de performance. Si une faible quantité de données migre vers l'infonuagique, la réduction de l'énergie de l'ordinateur apportée par la

même opération exécutée dans le CTD traditionnel est minime. Cependant, si cette faible quantité de données génère un mouvement continu entre l'ordinateur et le nuage, il y aura une augmentation importante des GES produits par les activités de l'ordinateur. Ainsi, le taux important de circulation de données entre l'ordinateur et le nuage pénalise les GES émis par l'ordinateur. Certaines activités CRUD pourront être ralenties en terme de volume ou éliminées dans le nuage pour que la charge de travail de l'ordinateur soit minimale et que l'énergie qu'elle consomme et qui passe par plusieurs états de performance soit optimisée de telle sorte que la disponibilité des ressources soit dépassée. Une dispersion des données pourrait contribuer à son efficacité à condition de connaître d'avance la taille approximative du fichier, le temps d'exécution d'une demande peut être minutieusement testé avant de le déployer dans le nuage. Pour les scénarios d'insertion de données, la demande devrait être en mesure de prédire l'efficience énergétique de l'opération et l'énergie consommée. Lorsque la structure des données (entrées et champs) est connue *a priori* et inclut des références excessives, il est préférable de convertir manuellement le remplissage dans une nouvelle base de données pour éviter une surconsommation d'énergie dans le nuage. Si le volume d'édition des fichiers est élevé, le nuage deviendra un contributeur de la surconsommation d'énergie par l'ordinateur. Il sera plus efficient d'exécuter l'application hors des nuages.

En générale, la consommation d'énergie est faible lorsque l'opération CRUD est prise en charge par un seul système (l'ordinateur). La consommation est moyenne si sa limite peut prendre des valeurs extrêmement élevés ou faibles selon les circonstances. La somme dépend du profil de la charge de travail pour la tâche à accomplir.

4.2 Profil énergétique *global* des opérations et des séquences CRUD stockées dans un nuage privé : autres paramètres et sous-systèmes à considérer

La perspective actuelle coïncide avec une vision de l'ordinateur et de l'infonuagique comme deux systèmes isolés. Il faut sonder l'existence possible d'un rapport énergétique concomitant entre eux. Certes, il n'existe pas de correspondance parfaite entre leur énergie respective. À première vue, les résultats démontrent que le stockage en nuage peut avoir un

impact positif ou négatif sur le bilan énergétique de l'organisation qui fait usage de la technologie infonuagique. Cette étude s'inscrit dans un ensemble plus vaste qui couvre le bilan énergétique du système qui crée et qui traite les données à stocker dans le nuage. Le poids des données est un élément parmi tant d'autres à considérer pour la lecture globale du bilan énergétique des opérations CRUD qui peut être alimenté par des facteurs accessoires et des sous-systèmes qu'il faut ajouter à la grille de paramètres affectant l'efficience énergétique des opérations CRUD.

4.2.1 L'unité centrale de traitement (UCT) de l'ordinateur

Les mesures du temps de traitement des requêtes SQL par l'UCT de l'ordinateur varient en fonction de son architecture et du système d'exploitation. Si les données sont copiées trop lentement, la migration vers l'infonuagique peut prendre plus longtemps que prévu, ce qui pourrait prolonger les temps d'exécution. En plus de la vitesse du processeur, le temps dépend aussi de la fréquence de l'UCT qui peut affecter de façon non linéaire la consommation d'énergie de l'activité CRUD. Un processeur adéquat devra être choisi selon le type d'information à traiter. Par exemple, l'exécution d'information protégée nécessite leur déchiffrement avant d'être exécutée. Pour l'organisation traitant un fort taux de données sensibles et confidentielles un processeur plus performant que celui habituel devrait être considéré.

4.2.2 Le lieu géographique du nuage privé

Les données stockées dans l'environnement infonuagique sont fractionnées en plusieurs morceaux et sauvegardées dans différents regroupements (*clusters*). Ils sont répartis géographiquement dans les lieux déterminés par le FdNP et FdSI. Une partie d'entre elles peut être localisée dans des centres infonuagiques sur l'océan, en Antarctiques ou dans des nations lointaines. Bien que certains d'entre eux offres certains avantages, il existe une corrélation importante entre la quantité de données et la distance à parcourir pour atteindre son lieu de téléchargement ou téléversement. Un nuage privé externe dont l'emplacement est

Rapport-Gratuit.com

éloigné de l'utilisateur crée une distance. Le temps d'exécution de chaque requête sera plus grand et nécessitera plus d'énergie pour être traitée.

4.2.3 L'ampleur de l'interconnexion entre l'ordinateur et le nuage privé

Il faut anticiper la croissance continue des données et les moments de pics de demande. Les calculs ont été effectués pour un CTD dont le stockage est exclusivement réalisé hors ligne ou dans le nuage privé. Il existe des solutions mixtes pour le partage de la sauvegarde des données entre le nuage privé et le nuage public : lorsque le nuage privé a atteint sa capacité maximale ou lors de pic de demande, le *cloud bursting* permet l'utilisation du nuage public. Les stratégies de gestions des activités CRUD peuvent tenir compte de cette option qui peut réduire l'énergie consommée par le système de traitement.

4.2.4 La source d'énergie et les énergies renouvelables

Des économies d'énergie importantes peuvent résulter de l'utilisation des mécanismes de planification conscients de l'énergie omniprésente dans un système. Dans ce contexte, plusieurs approches d'économies d'énergie sont possibles pour extraire celle surconsommée et limiter l'énergie de flux des données entre l'ordinateur et le nuage privé, pour avoir un impact minimal sur l'environnement sans réduire la performance du système de traitement. Même si l'organisation met en place l'ensemble des pratiques d'éco-responsabilité (bonne gouvernance, meilleures pratiques et pratique à l'état de l'art) disponibles pour réduire l'énergie consommée par l'ordinateur utilisant le stockage infonuagique, il ne diminuera pas automatiquement ses émissions de GES.

Pour être écologiquement durable, les opérations CRUD doivent tirer leur énergie de sources alternatives, renouvelables ou à faible émission de GES. La connexion de l'ordinateur à un nuage qui utilise des ressources énergétiques à faibles émission de GES comme l'énergie solaire, la géothermie, les biocarburants, les énergies éoliennes, houlomotrice et marémotrice ainsi que l'hydroélectricité, doit être considérée. Il en est de même pour celui qui fait usage

des technologies qui utilisent les flux de déchets pour produire directement de l'énergie comme le biogaz provenant du fumier ou des décharges.

Pour un CTD classique que l'entreprise veut optimiser avec les meilleures pratiques, avant de déployer des équipements à énergie renouvelable, il faut déterminer : (1) si le CTD s'y prête et s'il est adapté à l'énergie verte; (2) comment s'approvisionner en énergie renouvelable; (4) comment atténuer sa variabilité; (4) il faut se demander également quelle type d'énergie est plus efficient pour chaque composante du CTD et comment elle évoluera de façon responsable. Ces éléments peuvent être négociés dans un accord de niveau de service avec le FdNP et le FdSI.

À mesure que la grille prend forme, elle pourrait fournir des renseignements utiles pour le processus décisionnel sur le stockage de données dans l'infonuagique. Le secteur des TIC étant en progression rapide, des nouveaux critères affectant l'efficience énergétique du stockage hors ligne dans les CTD et le nuage privé peuvent être ajoutés et/ou retranchés.

4.3 Leçons et lignes directrices pour la conception d'un modèle de gestion efficiente du stockage des données dans un nuage privé

L'entreprise qui utilise ou qui projette de stocker ses données dans les nuages peut adopter un nouveau modèle d'affaires qui change la façon dont ses ressources et ses services TI sont déployés et utilisés au sein de son organisation. Connaissant le taux estimé de la consommation d'énergie des opérations et des séquences CRUD dans le nuage privé, la prévention quant à l'utilisation abusive des ressources peut être réalisée par l'établissement d'un plan de gestion des données. Le principal défi de ce plan est le cycle de vie des données qui varie ponctuellement. Pour atténuer la variabilité de l'énergie consommée par celles-ci, il faut connaître l'effet de l'énergie du nuage sur elles. Les stratégies d'édition, de consultation, de mise à jour, de suppression et d'archivage des données doivent être efficientes. Les opérations du cycle CRUD peuvent être réaménagées pour améliorer leur efficacité énergétique. Un tel résultat peut être atteint en synchronisant les opérations CRUD avec des

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

incitatifs technologiques, politiques et légaux, administratifs, économiques ainsi que des mesures générales.

4.3.1 Établissement du profil énergétique des opérations CRUD et plan d'action

Dans un premier temps, il faut établir le profil énergétique du stockage dans un nuage privé avec l'objectif plus large d'aide à la décision pour une informatique verte et avoir une meilleure pratique de l'enregistrement des données dans l'infonuagique. Il faut prendre soin de ne pas déplacer l'impact écologique vers un autre système de l'organisation.

La mise en place d'un plan d'action sur la gestion efficiente des données dans l'organisation requiert de tenir compte des systèmes et des paramètres qui interviennent dans la sauvegarde des données dans l'infonuagique. On ne peut considérer l'ensemble des facteurs puisque la mise en place de la politique serait trop coûteuse. Toutefois, il est possible de cibler des éléments qui affectent suffisamment le bilan de l'énergie de l'ordinateur qui utilise le stockage dans les nuages et de déterminer le niveau tolérable de l'impact environnemental des applications. Ces paramètres doivent permettre une distinction entre eux et individualiser le résultat du bilan énergétique de l'enregistrement des données dans le nuage privé. Il faut prendre soin de ne pas dédoubler un effet déjà mesuré. Par exemple, il y a donc redondance entre ces facteurs. Si la consommation d'énergie du sous-système est un résultat réaliste et souhaitable, sa charge doit être incluse dans la mesure de l'énergie du CTD. S'il n'est généralement pas pratique de séparer la charge entre les deux systèmes, l'ensemble de la charge doit être inclus dans le bilan. Les valeurs uniformes doivent être disponibles et/ou mesurables. Et enfin, les mesures ne doivent pas affecter l'intégrité, la disponibilité et la sécurité des données dans le CTD.

Dans la vitrine d'options, il faut évaluer et développer une analyse comparative pour élaborer et combiner les stratégies. Bien que ces méthodes semblent difficile à mettre en œuvre pour les utilisateurs typiques, il est facile d'utiliser des outils logiciels pour simplifier le problème

et permettre à tout CTD d'avoir un système de gestion de l'énergie en temps réel et un processus efficace de à mise à niveau.

4.3.2 L'archivage des données

L'efficience de l'ordinateur est améliorée, si les données qu'elle transfère vers l'infonuagique ne sont plus jamais utilisées, c'est-à-dire dans le cas où l'infonuagique est utilisée comme un instrument de stockage de données à long terme, l'archivage.

La lecture des données stockées dans le nuage est l'opération la moins énergétique des quatre activités CRUD. À l'état *select*, les données sont à l'état de veille, mais le déroulement du processeur pour la lecture des entrées consomment tout de même de l'énergie. Son énergie est beaucoup moindre que celle de la mise à jour d'un fichier. Toutefois, lorsque les données transférées dans le nuage sont fortement consultées, l'énergie consommée est augmentée et peut être équivalente à celle consommée la modification de données à taux moyen dans la base de données.

S'il y a un ralentissement dans leur consultation, pour optimiser le bilan du CTD les informations devraient être archivées dans le nuage. Toutefois, il faut noter que cette économie d'énergie est vulnérable : elle fera immédiatement varier l'énergie si les données archivées redeviennent utiles à l'entreprise et sont de nouveau lues à un taux élevé. Bien qu'il soit préférable pour réduire l'impact du poids des données dans l'ordinateur de transférer dans l'infonuagique uniquement celles qui ne seront pas ou peu consultées, dans les faits, cette stratégie n'est pas pratique. Leur accessibilité en tout temps et en tout lieu apportée par le nuage sans se soucier de la gestion de l'infrastructure technologique de l'espace infonuagique sont parmi les principaux avantages du nuage. Dans le cas d'un document pré destiné à être hautement consulté et à être téléchargé par une personne ou un groupe de personnes qui ne nécessite pas une autorisation particulière pour modifier et/ou supprimer le contenu du fichier, il est recommandé de maintenir sa sauvegarde sur le serveur interne au

lieu de l'acheminer à l'externe dans le nuage privé. L'opération doit être utilisée pour le stockage permanent plutôt que de laisser l'information sur le nuage en plusieurs parties.

4.3.3 L'application des meilleures pratiques d'éco-responsabilité

Pour l'organisation qui n'est pas encore prête à migrer ses données vers l'infonuagique, l'efficience de son CTD traditionnel peut être améliorée par l'application des pratiques d'éco-responsabilité aux composantes de l'ordinateur. Le centre de traitement analysé est non efficient : quelques pratiques de « bonne gouvernance » sont mises en œuvre, mais aucune d'elles n'ont changé drastiquement son efficience énergétique. L'ajout des « meilleures pratiques » selon le modèle DCMM décrit à la section 1.1.3.1 et exposé à l'annexe 3, permettra une unification correcte, même si incomplètement, des équipements TI et non TI du système de traitement au nuage pour donner un PUE et un résultat global satisfaisant. Il n'est pas utile de mettre en vigueur les pratiques de « l'état de l'art », puisqu'elles risquent d'être rapidement désuètes dans le temps avec les avancées technologiques et nouvelles pratiques d'éco-responsabilité.

4.3.4 La mise en œuvre, l'application et le suivi d'une politique verte

Dans ses décisions de planification, l'entreprise doit mettre en place une politique verte et efficace de gestion des données et de stockage dans les nuages. Cette politique d'optimisation de l'énergie globale doit être élaborée dès le choix de l'architecture du nuage privé. Ce plan devrait inclure des mécanismes d'efficience énergétique dans le fonctionnement des opérations CRUD et avoir un objectif de réduction d'au moins 20% des GES. Pour garantir son plan, elle doit choisir et négocier avec le FdNP et le FdSI un accord de niveau de service qui indique clairement l'objectif d'éco-responsabilité des opérations CRUD pour garantir leur performance et éviter les écarts.

La mise en œuvre de la politique verte doit être une collaboration entre l'entreprise et ses membres. L'agenda vert implique qu'elle doit déterminer ses besoins énergétiques et planifier le traitement de ses données pour la prise de décision améliorée et pour mieux

utiliser les ressources du nuage privé. Son devoir de renseignement l'oblige à informer l'ensemble des membres de son organisation sur les meilleures pratiques écoresponsables d'édition, de consultation, modification et suppression des données et fichiers.

Une post analyse doit également être effectuée pour vérifier et contrôler la consommation d'énergie du *StaaS* et pour s'assurer qu'il y ait toujours suffisamment de puissance sur le processeur qui traite les opérations CRUD. De plus, les opérations CRUD devraient être testées à des intervalles appropriés. Une définition formelle de sauvegarde dans le nuage privé est requise ainsi que de la documentation complète sur des procédures de stockage des données.

Les solutions développées devraient réduire les coûts de déploiement et d'exploitation pour tendre vers un but d'économie de l'énergie consommée et réduire les impacts négatifs sur l'environnement. Il faut donc trouver un équilibre entre l'économie de l'énergie et l'économie des coûts. Des accords verts peuvent être conclus avec les fournisseurs pour optimiser les investissements. En définitive, bien que l'efficience énergétique soit importante, elle ne devrait pas compromettre la qualité du service.

Les considérations pratiques et les considérations théoriques énumérées ci-haut peuvent aider le gestionnaire en TI à favoriser une pratique environnementale adaptée et évolutive. Il n'y a pas de solution unique. Toutefois, il est possible de trouver une solution favorable à l'environnement selon le contexte. Il y a une interdépendance entre les paramètres soulevés. Il faut s'attendre à ce que les valeurs et les coûts associés varient entre les utilisateurs de services infonuagiques. Le bilan du CRUD n'est qu'un corridor vers l'établissement d'un bilan énergétique du CTD plus près de la réalité infonuagique. Les stratégies mentionnées n'indiquent pas que le nuage privé doive être utilisé ou non, mais proposent un moyen pour parvenir à un usage efficient.

CONCLUSION

Un nombre croissant d'entreprises quantifie la consommation d'énergie liée à leurs activités pour prédire leur impact sur l'environnement. L'industrie a développé plusieurs modèles d'évaluation du bilan énergétique du cycle des données en informatique dans un système isolé, celui de l'ordinateur. Les études antérieures abordent timidement le flux des données dans l'ordinateur qui fait usage de la technologie de l'infonuagique.

La présente recherche n'est pas orientée sur le bilan d'énergie des services de l'informatique en nuage, du nuage privé ou de ses applications. Les observations portent sur la consommation d'énergie du centre de données qui utilise le service de stockage dans les nuages privés. Considérer uniquement les équipements, l'infrastructure TI et le réseau associé au CTD masque la mesure réelle de l'impact énergétique du nuage privé sur l'ordinateur.

L'analyse porte du point de vue de l'ordinateur, du *poids énergétique des données* (de leur création, à leur consultation, à leur mise à jour et à leur suppression) contenues dans un fichier et qui sont sauvegardées à l'extérieur du disque dur de l'ordinateur de l'usager, c'est-à-dire dans un nuage privé. Ces deux systèmes en interaction l'un avec l'autre par le téléchargement et le téléversement des données sont susceptibles d'affecter à la hausse ou à la baisse la valeur du bilan global de l'ordinateur.

Les requêtes SQL *insert, read, update* et *delete* sont équivalentes aux opérations CRUD (création, lecture, modification et délétion) du cycle de vie des données informatiques. Il est alors possible de mesurer le temps requis par le processeur pour traiter une requête ou séquence SQL (temps d'exécution total), puis de calculer la consommation d'énergie en joules. Ces deux valeurs fournissent des orientations sur l'efficacité énergétique de l'ordinateur qui veut laisser derrière le stockage hors ligne (sur son disque dur ou dans un

CTD local) pour se diriger vers la sauvegarde de données dans un nuage privé pour notamment optimiser la performance l'ordinateur.

Des scénarios de gestion des opérations et des séquences CRUD sauvegardées dans un nuage privé sont proposés pour aider le gestionnaire à mesurer plus systématiquement le comportement de l'entreprise quant au traitement des données et leur gestion durable – tout en s'assurant qu'elle continue de prendre écologiquement avantage des caractéristiques uniques de l'infonuagique. Ces outils répondent à des questions essentielles liées à l'impact du choix du traitement de l'information stockée dans l'infonuagique. Ils améliorent la capacité à définir le problème de surconsommation des données. Cette étude propose une plateforme simple pour atténuer les impacts environnementaux associés aux données informatiques. Une telle pratique s'avère très utile pour l'entreprise dans le choix de solutions individuelles et favorables à la réduction de l'impact sur l'environnement des données qu'elles génèrent.

La tendance à l'infonuagique progresse. Malgré l'effort d'une organisation quant à la mise en place et à l'exécution de son plan environnemental, les investissements associés pour réduire son ECO2 peuvent être inefficients s'il y a un mauvais contrôle du plan de gestion des données informatiques. Une surestimation du potentiel énergétique de l'infonuagique est une cause potentielle. Cette technologie devenue essentielle à la réalisation des affaires, son utilisation non contrôlée peut ralentir le progrès écoresponsable de l'entreprise qui en fait usage. La transition vers l'infonuagique se prépare.

Un défi réside dans l'établissement du profil énergétique le plus complet possible de l'ordinateur stockant ses données dans un nuage privé : plusieurs autres facteurs peuvent affecter le bilan général. Les paramètres de l'UCT, le type d'énergie du PC, du nuage et du réseau, l'ampleur du réseau et la distance géographique entre l'ordinateur et le nuage privé.

En dépit des nombreux chercheurs qui énoncent les difficultés rencontrées dans l'établissement du bilan énergétique de l'ordinateur, cela ne signifie pas pour que cela soit

impossible. L'initiative proposée n'a pas pour but d'amoindrir les conclusions des études antérieures, mais de les prolonger. Le mémoire provoque une vague de rationalisation devant l'enthousiasme suscité par l'infonuagique. De toute évidence, les nuages permettent de résoudre certaines lacunes environnementales de l'ordinateur. Toutefois, leur portée reste limitée. Les résultats convergent vers l'hypothèse de départ : il est difficile de souscrire à l'idée que l'utilisation d'un nuage privé peut réduire indéniablement la consommation d'énergie globale de l'ordinateur. Avec cette analyse, il est possible pour l'entreprise de comparer différentes options et d'adapter de façon plus écologique sa gestion et l'utilisation des opérations CRUD.

Ce travail n'est qu'un début de réponse à la problématique de l'énergie consommée par la technologie de l'infonuagique. Des études ultérieures sont nécessaires, notamment pour aborder le flux des opérations CRUD selon la géographie du nuage privé et public lors de *cloud bursting*, à savoir la distance du téléchargement et de téléversement des données entre trois systèmes, l'ordinateur, le nuage privé et le nuage public.

Rapport-Gratuit.com

ANNEXE I

CARACTÉRISTIQUES ET DISTINCTION ENTRE LES DIVERS TYPES D'INFRASTRUCTURE INFORMATIQUE

Figure-A I-1 Surface, équipements TI et infrastructure TI des différents types de centre de traitements de données

Space type	Typical size	Typical IT equipment characteristics	Typical site infrastructure system characteristics
Server closet	<200 ft^2	1-2 servers No external storage	Typically conditioned through an office HVAC system. To support VOIP and wireless applications, UPS and DC power systems are sometimes included in server closets. Environmental conditions are not as tightly maintained as for other data center types. HVAC energy efficiency associated with server closets is probably similar to the efficiency of office HVAC systems.
Server room	<500 ft^2	A few to dozens of servers No external storage	Typically conditioned through an office HVAC system, with additional cooling capacity, probably in the form of a split system specifically designed to condition the room. The cooling system and UPS equipment are typically of average or low efficiency because there is no economy of scale to make efficient systems more first-cost competitive.
Localized data center	<1,000 ft^2	Dozens to hundreds of servers Moderate external storage	Typically use under-floor or overhead air distribution systems and a few in-room CRAC units. CRAC units in localized data centers are more likely to be air cooled and have constant-speed fans and are thus relatively low efficiency. Operational staff is likely to be minimal, which makes it likely that equipment orientation and airflow management are not optimized. Air temperature and humidity are tightly monitored. However, power and cooling redundancy reduce overall system efficiency.
Mid-tier data center	<5,000 ft^2	Hundreds of servers Extensive external storage	Typically use under-floor air distribution and in-room CRAC units. The larger size of the center relative to those listed above increases the probability that efficient cooling, e.g., a central chilled water plant and central air handling units with variable speed fans, is used. Staff at this size data center may be aware of equipment orientation and airflow management best practices. However, power and cooling redundancy may reduce overall system efficiency.
Enterprise-class data center	5,000+ ft^2	Hundreds to thousands of servers Extensive external storage	The most efficient equipment is expected to be found in these large data centers. Along with efficient cooling, these data centers may have energy management systems. Equipment orientation and airflow management best practices are most likely implemented. However, enterprise-class data centers are designed with maximum redundancy, which can reduce the benefits gained from the operational and technological efficiency measures.

(Bailey et al., 2007)

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

ANNEXE II

PRATIQUES DE BONNE GOUVERNANCE, MEILLEURES PRATIQUES ET PRATIQUES À L'ÉTAT DE L'ART POUR L'OPTIMISATION DE LA VALEUR DES PUE DES CENTRE DE TRAITEMENT DE DONNÉES SELON L'EPA

Figure-A II-1 Description des équipements TI et infrastructures TI dans les scénarios de bonne gouvernance, meilleures pratiques et pratiques à l'état de l'art

Table 3-5. Summary of Alternative Efficiency Scenario Assumptions

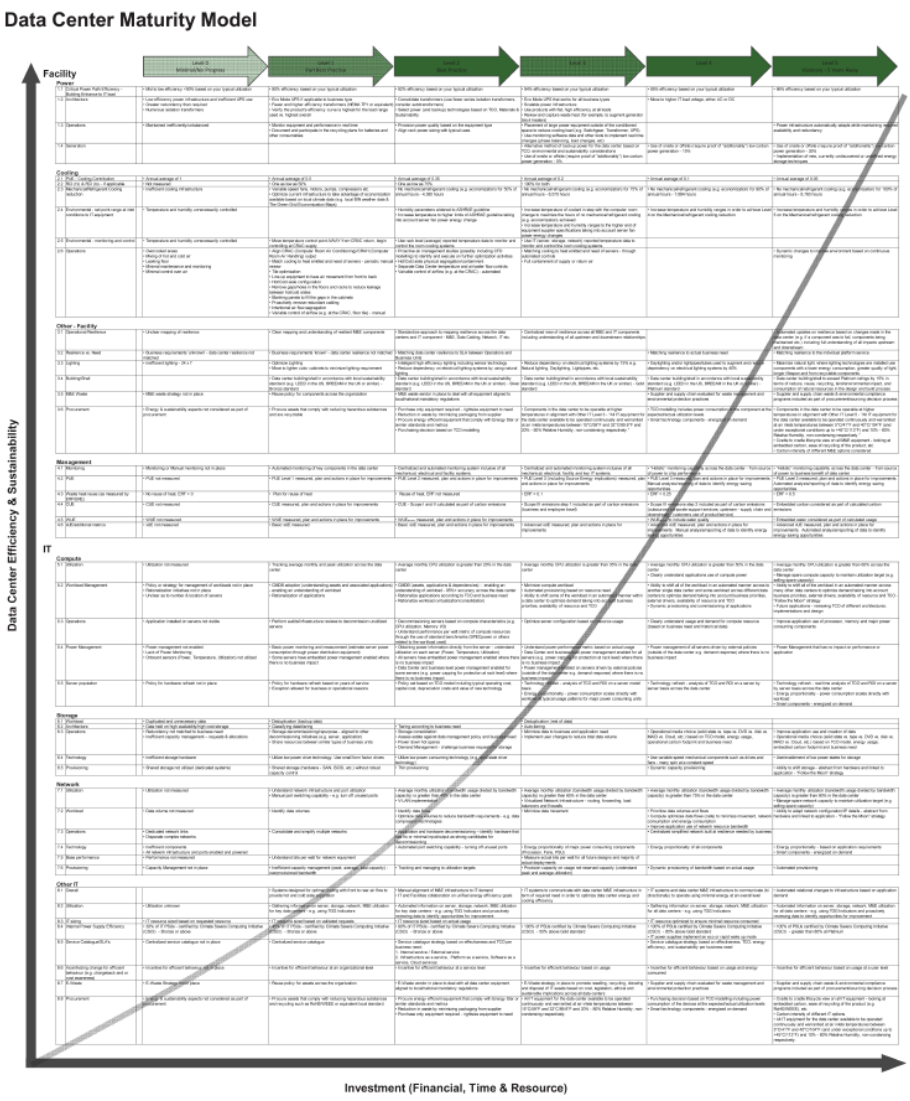
Scenario	IT Equipment	Site infrastructure systems
Improved operation	• Volume server virtualization leading to a physical server reduction ratio of 1.04 to 1 (for server closets) and 1.08 to 1 (for all other space types) by 2011 • 5% of servers eliminated through virtualization efforts are not replaced (e.g., legacy applications) • "Energy efficient" servers represent 5% of volume server shipments in 2007 and 15% of shipments in 2011 • Power management enabled on 100% of applicable servers • Average energy use per enterprise storage drive declining 7% by 2011	• PUE ratio declining to 1.7 by 2011 for all space types assuming: • 95% efficient transformers • 80% efficient UPS • Air cooled direct exchange system chiller • Constant speed fans • Humidification control • Redundant air handling units
Best practice	• Moderate volume server virtualization leading to a physical server reduction ratio of 1.33 to 1 (for server closets) and 2 to 1 (for all other space types) by 2011 • 5% of servers eliminated through virtualization efforts are not replaced (e.g., legacy applications) • "Energy efficient" servers represent 100% of volume server shipments 2007 to 2011 • Power management enabled on 100% of applicable servers • Average energy use per enterprise storage drive declining 7% by 2011 • Moderate reduction in applicable storage devices (1.5 to 1) by 2011	• PUE ratio declining to 1.7 by 2011 for server closets and server rooms (using previous assumptions) • PUE ratio declining to 1.5 by 2011 for data centers assuming: • 98% efficient transformers • 90% efficient UPS • Variable-speed drive chiller with economizer cooling or water-side free cooling (in moderate or mild climate region) • Variable-speed fans and pumps • Redundant air-handling units
State-of-the-art	• Aggressive volume server virtualization leading to a physical server reduction ratio of 1.66 to 1 (for server closets) and 5 to 1 (for all other space types) by 2011 • 5% of servers eliminated through virtualization efforts are not replaced (e.g., legacy applications) • "Energy efficient" servers represent 100% of volume server shipments 2007 to 2011 • Power management enabled on 100% of applicable servers • Average energy use per enterprise storage drive declining 7% by 2011 • Aggressive reduction of applicable storage devices (~2.4 to 1) by 2011	• PUE ratio declining to 1.7 by 2011 for server closets and server rooms (using previous assumptions) • PUE ratio declining to 1.5 by 2011 for localized and mid-tier data centers (using previous assumptions) • PUE ratio declining to 1.4 by 2011 for enterprise-class data centers assuming • 98% efficient transformers • 95% efficient UPS • Liquid cooling to the racks • Cooling tower (in moderate or mild climate region) • Variable-speed fans and pumps • CHP

(Fanara, 2007)

ANNEXE III

STANDARDS ET QUANTIFICATION DE L'EFFICIENCE ÉNERGÉTIQUE D'UN CENTRE DE TRAITEMENT DE DONNÉES SELON *THE GREEN GRID, DATA CENTER MATURITY MODEL (DCMM)*

Figure-A III-1Puissance, refroidissement, infrastructure TI, stockage, Réseau et autres composantes TI selon 5 niveaux de pratiques d'éco-responsabilité du modèle DCMM



http://www.thegreengrid.org/en/Global/Content/Tools/~/media/Tools/DataCenterMaturityModelv1_0.ashx

ANNEXE IV

TEMPS D'EXÉCUTION TOTAL DES REQUÊTES SQL EXÉCUTÉES INDIVIDUELLEMENT DANS LES PARAMÈTRES DES STANDARDS S1, S2, S3, S4 ET S5

Tableau-A IV-1Tempsd'exécution total (en ms) des opérations CRUD dans MySQL (requêtes: *insert, select, update* et *delete*) mesurées dans Java pour le système standard S1 (1 base de données, 1 table, 8 champs, de longueur de 16 caractères, contenant des mots de 10 caractères, 100 entrées maximum) sauvegardées dans un PC et dans un nuage privé

Nombre de fois que la requête SQL est exécutée	**INSERT**		**SELECT**		**UPDATE**		**DELETE**	
	PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
5	2.07484	164.33541	0.49528	4.95280	0.64655	44.73210	0.43237	50.4073
10	3.87972	355.22738	0.45334	0.47297	0.64431	41.68768	0.52830	36.0887
15	5.65247	510.19079	0.50778	0.51268	0.68849	35.15351	0.51179	36.2748
20	7.66127	699.19086	0.56891	0.56757	0.63004	53.07116	0.50421	49.7733
25	9.41395	1366.1776	0.62602	0.62156	0.67243	35.10755	0.58899	47.9144
30	11.9399	2145.2545	0.67689	0.67733	0.72151	41.53731	0.55820	25.6976
35	12.9215	1164.9815	1.10610	1.15340	0.66350	66.00563	0.56801	33.9077
40	14.8282	1353.9365	2.88920	2.68660	0.69206	35.42703	0.61263	33.0778
45	17.6780	2028.6680	0.73132	0.68983	0.72775	41.33518	0.60237	38.0074
50	18.6887	2109.6923	0.68090	0.67153	0.75631	57.96197	0.91025	32.8176
55	20.6555	2041.4949	0.69875	0.72552	0.78933	178.9940	1.02180	32.5049
60	22.9606	1997.7663	1.27210	1.29670	0.82547	53.53699	0.64699	27.5422
65	24.0056	2364.4517	0.77505	0.75497	0.86117	40.67614	1.12580	32.1872
70	27.4191	2742.6241	0.78710	0.79335	0.98521	36.33683	0.76925	52.4300
75	28.0317	2792.5714	0.81923	0.83261	0.94015	139.9470	0.70634	76.0327
80	29.8535	2951.9357	0.87455	0.86742	0.97807	59.15689	0.78621	30.9833
85	31.6102	3886.5297	0.90088	0.94148	1.00530	103.0783	0.72954	28.4948
90	35.9000	3886.5400	0.75765	0.77059	1.09230	64.18067	0.86652	52.7874
95	36.2373	4262.5947	0.80718	0.91516	1.09990	38.28450	0.86028	51.0262
1 00	37.1793	4908.7327	0.85581	0.83484	1.10840	37.46037	0.90891	42.0366
variation	0.37849 ms/entrée	43.2863 ms/entrée	0.0037116 ms/entrée	0.0036646 ms/entrée	0.0054449 ms/entrée	0.16621 ms/entrée	0.0042893 ms/entrée	0.01392 ms/entrée

Tableau-A IV-2 Temps d'exécution total (en ms) des opérations CRUD dans MySQL (requêtes: *insert, select, update* et *delete*) mesurées dans Java pour le système standard S1 (1 base de données, 1 table, 8 champs, de longueur de 16 caractères, contenant des mots de 10 caractères, 1 000 entrées maximum) sauvegardées dans un PC et dans un nuage privé

Nombre fois que la requête SQL est exécutée	**INSERT**		**SELECT**		**UPDATE**		**DELETE**	
	PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
50	18.29424	2432.34120	0.80718	0.67778	1.34084	43.1410	0.79245	53.8212
100	36.72280	4313.24655	0.80896	0.78487	1.82496	35.9049	0.92944	38.6285
150	55.41237	6741.69865	1.32480	0.95621	2.43804	87.6723	0.92631	31.9739
200	75.32187	8760.06607	1.45150	1.11190	2.72316	56.6711	1.08470	41.4797
250	109.5687	10950.7095	2.86820	2.56120	2.33943	51.3921	1.29000	44.8481
300	116.5656	13983.5008	3.99080	3.65130	2.67587	48.7470	1.47470	45.7860
350	127.7866	15927.4410	4.49500	4.27100	3.07076	50.3699	1.66480	37.9695
400	147.7662	18793.5883	2.86860	4.46330	3.56068	69.5855	1.85840	50.9553
450	164.2082	18518.8324	1.08610	1.09100	3.97922	59.6789	2.07080	44.0472
500	186.7878	19016.7794	1.09590	1.10350	4.44059	77.3842	2.17790	44.6161
550	201.1925	22703.7626	1.18910	2.01730	4.83013	66.3492	2.42470	47.2027
600	220.6857	24503.7146	1.82090	1.89680	5.04609	67.4254	2.62810	56.4355
650	231.9157	26268.4301	1.36540	2.29570	5.35620	86.4715	2.73830	41.6408
700	240.9075	33737.2665	1.38630	1.42560	5.71985	88.7962	2.92620	43.4497
750	258.1050	34181.8350	1.49520	1.53450	6.12589	88.3059	3.12250	48.3410
800	279.4812	37053.0301	1.64070	1.60450	6.46902	88.5687	3.42100	48.0933
850	295.2267	38169.8482	2.72320	1.67240	6.83402	78.7313	3.45310	52.1828
900	312.4590	37294.3852	1.81830	1.72370	7.05533	86.9106	3.80160	50.5898
950	343.6989	40045.7258	2.95470	1.86740	10.5968	70.1325	4.12160	53.1144
1 000	308.6426	44702.7565	3.53610	1.96110	8.09275	73.2292	4.16530	57.4943
variation	0.33066 ms/entrée	43.6662 ms/entrée	0.0013336 ms/entrée	0.00092274 ms/entrée	0.0068366 ms/entrée	0.047176 ms/entrée	0.0036946 ms/entrée	0.012401 ms/entrée

Tableau-A IV-3 Temps d'exécution total (en ms) des opérations CRUD dans MySQL (requêtes: *insert, select, update* et *delete*) mesurées dans Java pour le système standard S1 (1 base de données, 1 table, 8 champs, de longueur de 16 caractères, contenant des mots de 10 caractères, 10 000 entrées maximum) sauvegardées dans un PC et dans un nuage privé

Nombre fois que la requête SQL est exécutée	**INSERT**		**SELECT**		**UPDATE**		**DELETE**	
	PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
500	182.65331	24445.31137	1.89725	4.14878	7.99414	81.82436	2.40547	87.58615
1 000	313.02612	40095.44197	3.41656	2.05922	7.84555	88.44821	4.27327	57.67060
1 500	480.24979	61396.86508	4.90464	2.90700	11.7355	88.19031	11.2429	96.40308
2 000	614.79594	96636.05340	5.60741	5.55342	23.3867	143.8311	7.94015	107.7928
2 500	795.07189	109618.0059	4.49949	5.48604	18.7971	177.6264	9.66204	109.0283
3 000	928.32136	130270.8115	5.10945	5.53379	22.0945	152.1742	11.3371	93.18062
3 500	1082.2973	154548.8912	5.94429	6.19729	25.9381	168.9148	13.0193	121.4662
4 000	1231.0625	178160.4691	6.72693	6.82420	29.4903	233.0794	14.9335	110.2313
4 500	1457.0638	185710.7885	10.1836	7.58587	33.9898	240.7572	16.5094	159.3348
5 000	1570.2722	215740.7648	12.4423	8.37341	36.8018	244.0622	18.2541	193.0297
5 500	1725.4498	232721.8414	9.27206	9.18014	40.5989	211.2758	26.0265	224.0376
6 000	1961.3670	266848.5371	10.6557	10.6517	44.2502	243.1876	22.1490	171.2703
6 500	2034.5270	282534.8987	11.1903	10.9699	47.6195	280.6886	24.1016	145.8065
7 000	2220.6844	306849.2171	13.0822	11.6423	50.6594	251.6909	42.0536	207.7209
7 500	2369.4130	322858.7337	12.6226	12.4437	55.5623	307.5205	27.1745	185.4657
8 000	2528.1602	345466.8629	13.5391	13.3084	59.0110	403.5519	29.6402	170.1070
8 500	2671.5928	369767.6136	14.2347	14.1642	62.7729	420.6199	39.3121	219.1374
9 000	2808.5396	387282.8125	15.0142	22.4783	73.7254	330.5516	32.8859	196.5427
9 500	2987.3462	423232.8206	16.0699	35.6836	69.4499	387.8536	39.9863	210.2375
10 000	3155.7425	431395.4346	16.8222	16.6634	75.5476	354.9672	36.1481	205.3359
Variation	0.31474 ms/entrée	43.3991 ms/entrée	0.0015039 ms/entrée	0.0014579 ms/entrée	0.0072398 ms/entrée	0.033366 ms/entrée	0.003780 ms/entrée	0.01513 ms/entrée

Rapport-Gratuit.com

Tableau-A IV-4 Temps d'exécution total (en ms) des opérations CRUD dans MySQL (requêtes: *insert, select, update* et *delete*) mesurées dans Java pour le système standard S1 (1 base de données, 1 table, 512 champs, de longueur de 16 caractères, contenant des mots de 10 caractères, 10 000 entrées maximum) sauvegardées dans un PC et dans un nuage privé

Nombre fois que la requête SQL est exécutée	**INSERT**		**SELECT**		**UPDATE**		**DELETE**	
	PC	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**	**PC**	**Nuage privé**
500	657.372878	28246.45338	49.916962	59.886433	200.53705	1111.44095	23.07127	6.87380
1 000	1187.48792	48780.35528	108.44471	1015.393900	384.07607	2124.58827	41.84117	0.25202
1 500	1843.42269	75798.72048	162.96558	423.829910	574.07786	3457.76617	70.93303	0.19489
2 000	2296.63938	104374.4595	791.91144	470.971050	746.09730	5829.79704	82.16035	0.17094
2 500	2884.24697	130970.1037	2314.2416	227.121710	1485.8559	9165.02167	101.74230	0.19780
3 000	3431.30065	150614.3221	1472.4176	257.791340	1826.9654	18188.61810	122.64770	0.18787
3 500	4006.13929	176391.5236	3337.5819	331.825020	1629.9811	16074.11940	165.77310	0.41702
4 000	4622.24662	200147.6903	2471.5212	363.739110	2407.0278	15836.32180	165.56470	0.16873
4 500	5247.68893	223674.0381	2529.1824	377.704310	2189.8255	26829.40440	184.51530	0.18201
5 000	5750.74136	252754.6144	3461.4250	1088.959100	2827.7753	20936.63140	205.73750	0.17787
5 500	6232.39443	277818.3069	1380.4092	1080.732500	3232.2771	30513.41060	232.40070	0.17311
6 000	6880.46760	300623.3295	2994.7741	1111.705100	2679.4795	46699.97840	251.35310	0.18468
6 500	7410.24842	329241.8057	2109.4674	868.5290800	3934.5628	46187.27150	272.36250	0.24901
7 000	8052.62500	345609.9716	1220.0218	892.2361900	3935.6498	44435.30260	283.77990	0.18171
7 500	8834.28398	372029.0164	916.71121	644.2394100	3996.9953	50599.53850	306.91630	0.20958
8 000	9041.51719	395683.6090	722.78017	4129.983700	4356.0930	60874.75850	330.06210	0.20256
8 500	9692.79589	416575.4098	1667.64620	1052.533900	4944.4292	64111.14960	355.10290	0.16703
9 000	10471.5400	450028.6862	1093.8994	1107.690600	4898.2871	62638.63330	381.53140	0.15858
9 500	11015.7857	474493.0013	2992.9880	838.545260	4991.6824	67653.65690	405.31520	0.16647
10 000	12194.3291	496433.2836	1201.5553	1469.22460	6130.6919	73518.34910	439.73250	0.17925
PENTE	1.1667 ms/entrée	49.3161 ms/entrée	0.084875 ms/entrée	0.093391 ms/entrée	0.58225 ms/entrée	8.143 ms/entrée	0.042195 ms/entrée	-6.0703×10^{-6} ms/entrée^2

Tableau-A IV-5Temps d'exécution total (en ms) des opérations CRUD dans MySQL (requêtes: *insert, select, update* et *delete*) mesurées dans Java pour le système standard S1 (1 base de données, 1 table, 8 champs, de longueur de 16 caractères, contenant des mots de 10 caractères, 1 000 000 entrées maximum) sauvegardées dans un PC

Nombre fois que la requête SQL est exécutée	INSERT	SELECT	UPDATE	DELETE
50 000	19503.77040	97.393839	455.641255	267.69818
100 000	39357.31073	216.604380	813.607998	419.68956
150 000	58660.82943	310.907680	1223.34189	605.09720
200 000	77509.45154	412.358570	1938.52796	785.41344
250 000	97827.60305	638.813760	2345.16418	1002.6996
300 000	117230.1508	1250.68370	2581.06054	1282.5735
350 000	136994.7156	731.743150	3547.90889	1491.9040
400 000	155560.1755	955.310830	4195.73724	1654.3686
450 000	177032.9139	1140.74430	4915.91564	2108.0023
500 000	195516.8946	1715.16110	5305.11572	2318.4462
550 000	209199.5266	2176.36540	5884.61581	2454.3798
600 000	231828.9234	1574.66080	6439.71513	2711.0897
650 000	248690.0461	1849.19020	7188.31700	3029.3985
700 000	271183.9046	2423.55300	7870.90652	3167.0697
750 000	293479.3373	2893.34930	8134.96710	3590.5954
800 000	311289.9465	2075.04390	8394.72922	3812.0895
850 000	330721.2275	2807.80710	8790.19515	3754.3961
900 000	350750.5506	3480.19020	9146.62065	4330.8110
950 000	369803.5530	2457.12090	9697.96233	4490.9250
1 000 000	387582.6279	2727.95250	10401.6296	4842.9525
Variation	0.38799 ms/entrée	0.0032392 ms/entrée	0.010749 ms/entrée	0.0048548 ms/entrée

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

ANNEXE V

PERFORMANCE DU PROCESSEUR DES ORDINATEURS U1 ET U2

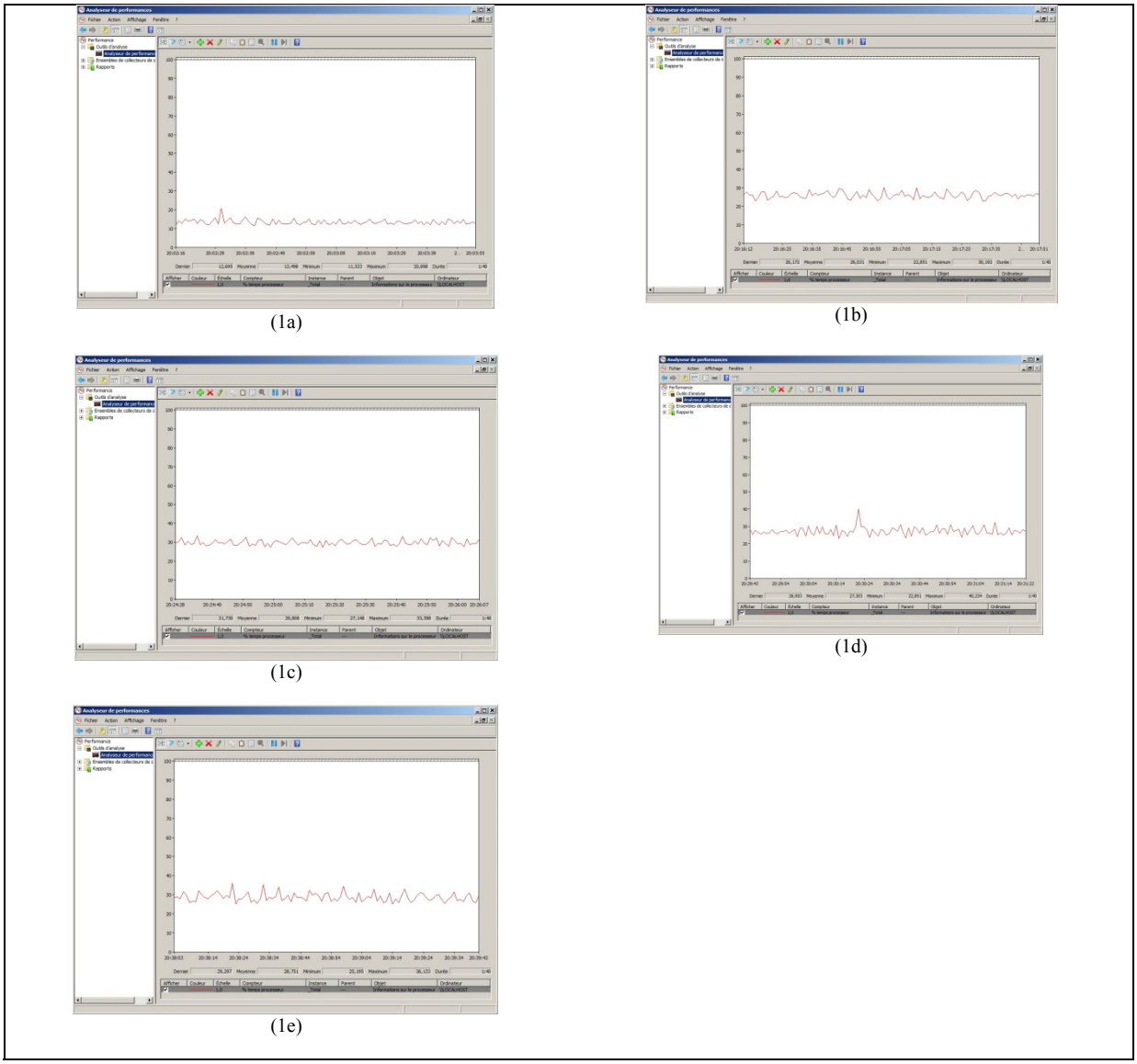


Figure-A IV-1 Pourcentage (%) d'utilisation du processeur au repos (1a), lors du traitement des requêtes SQL *INSERT* (1b), *SELECT* (1c), *UPDATE* (1d) et *DELETE* (1e) sauvegardées sur le disque dur de l'ordinateur de l'utilisateur u1

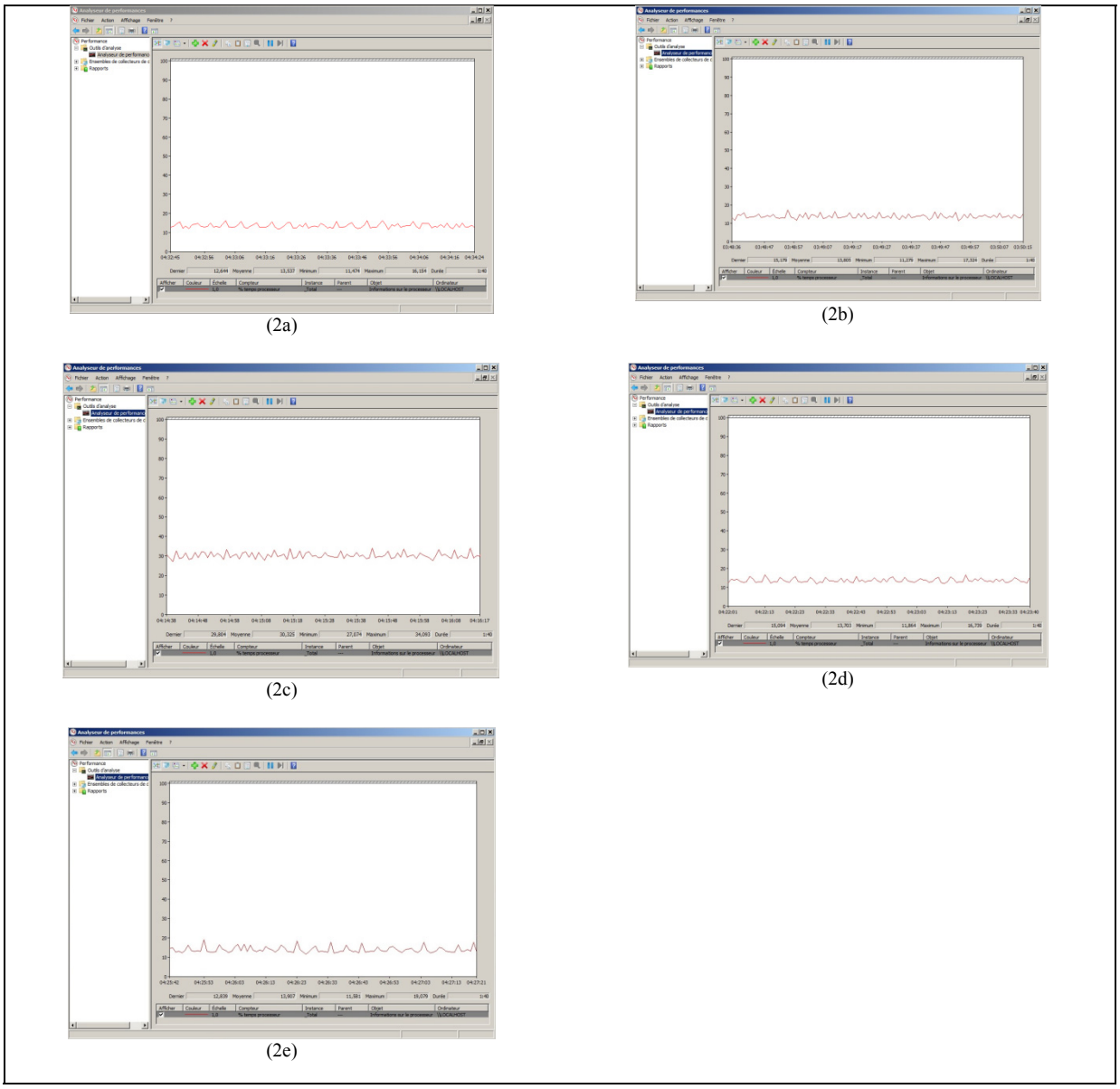


Figure-A IV-2 Pourcentage (%) d'utilisation du processeur au repos (2a), lors du traitement des requêtes SQL *INSERT* (2b), *SELECT* (2c), *UPDATE* (2d) et *DELETE* (2e) sauvegardées dans le nuage privé à partir de l'ordinateur u1

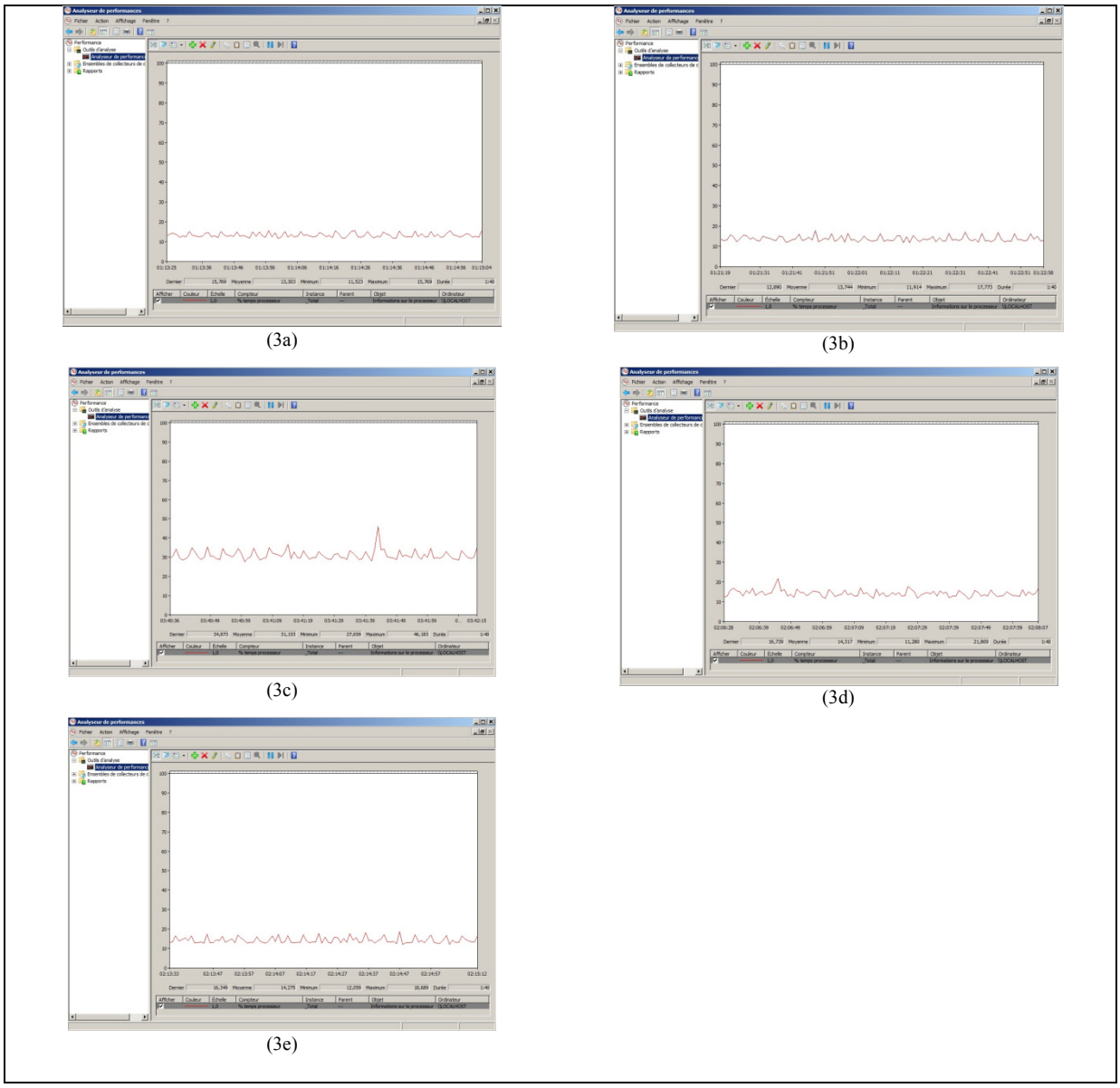


Figure-A IV-3 Pourcentage (%) d'utilisation du processeur au repos (3a), lors du traitement des requêtes SQL *INSERT* (3b), *SELECT* (3c), *UPDATE* (3d) et *DELETE* (3e) sauvegardées dans le nuage privé à partir de l'ordinateur u2

ANNEXE VI

TEMPS D'EXÉCUTION TOTAL (EN MS) DES REQUÊTES SQL (INSERT, SELECT, UPDATE, DELETE) EXÉCUTÉES ENTRE 1000 ET 10000 FOIS DANS UNE SÉQUENCE CRUD MESURÉES PAR SYSTEM.NANOTIME

Tableau-A IV-1 Temps d'exécution total (en seconde) des requêtes SQL *insert* (I), *select* (S), *update* (U) et *delete* (D) exécutées entre 1000 et 10 000 fois dans les séquences CRUD, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans un ordinateur

Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT	Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT	Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT	Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT
C1R1U1D1	460.63	236.65	472.54	433.99	1603.81	C7R7U4D1	2847.84	834.73	1693.56	387.79	5763.93	C9R3U7D2	3656.12	355.89	2947.84	773.60	7733.45	C10R3U5D6	3971.86	356.09	2074.00	2301.64	8703.58
C2R1U1D1	799.92	168.21	370.69	333.76	1672.58	C7R7U4D2	2855.86	835.90	1683.22	774.17	6149.14	C9R3U7D3	3705.25	356.00	2952.56	1190.94	8204.76	C10R3U5D7	3995.75	354.94	2070.84	2709.22	9130.76
C2R1U1D2	851.86	139.45	427.78	753.28	2172.36	C7R7U4D3	2909.98	838.77	1669.57	1169.89	6588.20	C9R3U7D4	3609.81	358.03	2958.59	1540.47	8466.90	C10R3U5D8	3968.75	353.32	2108.90	3115.02	9545.99
C2R1U2D1	816.17	138.13	844.53	387.88	2186.71	C7R7U4D4	2878.55	833.62	1677.88	1545.44	6935.49	C9R3U7D5	3679.64	358.57	2962.19	1947.65	8948.05	C10R3U5D9	3984.26	355.67	2084.23	3499.61	9923.78
C2R1U2D2	772.40	138.11	845.76	779.36	2535.61	C7R7U4D5	2898.80	833.97	1685.06	1932.37	7350.20	C9R3U7D6	3601.52	357.06	2981.48	2336.55	9276.62	C10R3U5D10	3957.68	353.01	2077.35	3899.80	10287.84
C2R1U1D1	800.19	243.82	428.76	392.27	1865.04	C7R7U4D6	2832.14	836.26	1673.56	2322.97	7664.92	C9R3U7D7	3649.90	360.18	2963.98	2735.46	9709.52	C10R3U6D1	3973.73	353.76	2491.07	389.38	7207.94
C2R1U1D2	811.26	239.33	422.22	783.77	2256.58	C7R7U4D7	2833.15	834.09	1657.59	2745.92	8070.75	C9R3U7D8	3625.66	358.78	2923.04	3138.30	10045.78	C10R3U6D2	3988.97	352.95	2488.57	775.52	7606.01
C2R1U2D1	811.27	238.66	847.17	395.54	2292.64	C7R7U5D1	2856.75	836.27	2102.07	389.30	6184.39	C9R3U7D9	3658.91	356.52	2936.35	3532.69	10484.47	C10R3U6D3	3956.94	352.45	2540.52	1156.41	8006.32
C2R1U2D2	807.23	238.29	846.60	771.16	2663.29	C7R7U5D2	2830.71	838.00	2085.63	790.53	6544.88	C9R3U8D1	3644.01	355.45	3345.30	395.22	7739.98	C10R3U6D4	3659.52	357.31	2502.63	1569.06	8088.53
C3R1U1D1	1206.97	120.70	434.93	393.39	2155.98	C7R7U5D3	2802.58	820.90	2062.63	1155.55	6841.66	C9R3U8D2	3590.84	353.18	3357.04	792.08	8093.14	C10R3U6D5	4045.89	354.93	2544.94	1943.45	8889.21
C3R1U1D2	1203.90	119.56	429.11	789.83	2542.40	C7R7U5D4	2803.43	823.80	2081.68	1561.45	7270.37	C9R3U8D3	3604.39	354.73	3335.40	1174.54	8469.07	C10R3U6D6	4060.47	359.24	2494.76	2357.90	9272.37
C3R1U1D3	1245.05	118.82	401.25	1183.36	2948.47	C7R7U5D5	2815.26	825.96	2085.83	1940.21	7667.26	C9R3U8D4	3610.19	351.82	3317.91	1558.30	8838.23	C10R3U6D7	3998.99	357.02	2492.01	2755.52	9603.55
C3R1U2D1	1222.45	119.19	849.78	370.81	2562.23	C7R7U5D6	2799.01	819.71	2092.69	2338.92	8050.34	C9R3U8D5	3619.99	353.54	3389.25	1942.28	9305.26	C10R3U6D8	3975.74	359.15	2515.48	3118.20	9968.58
C3R1U2D2	1252.02	119.05	866.61	785.50	3023.17	C7R7U5D7	2774.75	820.09	2057.76	2718.83	8371.44	C9R3U8D6	3587.37	353.10	3342.57	2367.93	9650.97	C10R3U6D9	3998.35	359.92	2535.53	3496.14	10389.95
C3R1U2D3	1228.57	120.58	851.76	1179.97	3380.89	C7R7U6D1	2809.11	824.55	2481.96	398.02	6513.65	C9R3U8D7	3578.65	351.74	3378.44	2723.25	10032.08	C10R3U6D10	3991.65	358.72	2544.60	3898.78	10793.75
C3R1U3D1	1267.35	119.82	1291.80	406.30	3085.26	C7R7U6D2	2823.59	824.93	2532.37	785.80	6966.69	C9R3U8D8	3601.82	354.71	3391.33	3146.10	10493.95	C10R3U7D1	4024.29	358.40	2967.63	396.97	7747.29
C3R1U3D2	1203.99	119.56	1277.41	774.60	3375.56	C7R7U6D3	2797.53	823.63	2490.88	1171.39	7283.43	C9R3U8D9	3608.90	352.66	3337.16	3496.57	10795.35	C10R3U7D2	3996.72	358.23	2935.88	772.26	8063.10
C3R1U3D3	1190.26	119.81	1265.95	1166.43	3742.44	C7R7U6D4	2779.33	822.61	2512.97	1529.80	7644.72	C9R3U9D1	3576.31	352.26	3786.29	387.08	8101.94	C10R3U7D3	3987.29	358.36	2923.16	1171.86	8440.68
C3R2U1D1	1189.37	238.22	432.40	383.27	2243.26	C7R7U6D5	2778.73	820.17	2471.27	1953.45	8023.62	C9R3U9D2	3328.34	356.58	3845.20	763.37	8293.50	C10R3U7D4	4000.70	356.55	2962.95	1557.80	8878.00
C3R2U1D2	1225.62	238.61	399.04	788.07	2651.34	C7R7U6D6	2791.54	822.64	2481.35	2376.37	8471.90	C9R3U9D3	3612.91	358.08	3805.15	1168.04	8944.18	C10R3U7D5	4018.13	358.19	2962.19	1970.53	9309.04
C3R2U1D3	1228.82	238.53	427.55	1155.44	3050.34	C7R7U6D7	2814.04	825.33	2492.14	2693.75	8825.26	C9R3U9D4	3628.02	358.61	3809.65	1551.27	9347.55	C10R3U7D6	3978.23	356.48	2906.37	2359.94	9601.01
C3R2U2D1	1223.32	239.28	850.26	393.49	2706.35	C7R7U7D1	2805.52	820.81	2904.87	384.91	6916.10	C9R3U9D5	3684.11	358.72	3760.88	1939.82	9743.53	C10R3U7D7	3985.95	358.54	2945.41	2704.89	9994.78
C3R2U2D2	1235.83	238.53	851.76	790.51	3116.63	C7R7U7D2	2762.88	819.94	2883.90	785.39	7252.10	C9R3U9D6	3700.17	357.68	3805.95	2360.01	10223.81	C10R3U7D8	3994.40	357.13	2977.41	3140.63	10469.55
C3R2U2D3	1243.47	239.60	849.77	1184.62	3517.45	C7R7U7D3	2811.32	819.97	2879.61	1168.87	7679.77	C9R3U9D7	3680.67	356.29	3791.23	2741.18	10569.36	C10R3U7D9	3994.08	359.86	2955.01	3513.70	10822.65
C3R2U3D1	1207.57	239.08	1260.03	396.28	3102.96	C7R7U7D4	2822.10	822.12	2937.64	1529.74	8111.60	C9R3U9D8	3623.41	356.73	3820.33	3164.66	10965.13	C10R3U7D10	3986.96	356.42	2944.19	3898.27	11185.84
C3R2U3D2	1198.57	239.94	1274.72	779.51	3492.73	C7R7U7D5	2791.63	820.99	2892.09	1954.83	8459.53	C9R3U9D9	3643.20	356.81	3805.71	3488.95	11294.72	C10R3U8D1	3989.84	355.92	3374.32	374.75	8094.83
C3R2U3D3	1191.66	238.57	1497.46	1176.55	4104.25	C7R7U7D6	2796.96	833.14	2911.07	2335.07	8876.24	C9R4U1D1	3642.70	477.87	424.87	385.16	4930.60	C10R3U8D2	3994.14	357.73	3343.39	790.49	8485.75
C3R3U1D1	1202.02	356.69	427.93	387.49	2374.13	C7R7U7D7	2860.57	836.30	2977.16	2701.72	9375.74	C9R4U1D2	3659.57	475.51	429.70	766.77	5331.55	C10R3U8D3	3977.45	358.86	3374.86	1148.85	8860.02
C3R3U1D2	1196.32	356.21	424.90	776.36	2753.79	C8R1U1D1	3273.01	119.06	420.45	388.05	4200.57	C9R4U1D3	2857.74	496.12	342.26	986.78	4682.90	C10R3U8D4	3992.12	357.65	3345.36	1556.77	9251.90
C3R3U1D3	1240.47	359.85	424.99	1171.76	3197.07	C8R1U1D2	3274.46	119.42	437.11	774.03	4605.01	C9R4U1D4	2987.92	477.73	420.21	1553.92	5439.78	C10R3U8D5	4065.09	359.03	3370.47	1943.62	9738.20
C3R3U2D1	1223.50	357.41	844.58	401.74	2827.23	C8R1U1D3	3268.95	119.16	432.98	1155.90	4976.98	C9R4U1D5	3607.37	476.88	421.90	1950.46	6456.60	C10R3U8D6	4022.33	355.85	3334.49	2357.50	10070.15
C3R3U2D2	1235.70	357.94	821.02	772.06	3186.72	C8R1U1D4	3228.91	119.91	425.88	1558.60	5333.29	C9R4U1D6	3638.65	474.21	425.78	2350.23	6888.88	C10R3U8D7	4239.31	352.49	3370.73	2708.51	10671.04
C3R3U2D3	1227.32	357.64	849.71	1149.36	3584.02	C8R1U1D5	3210.90	119.05	431.75	1950.91	5712.61	C9R4U1D7	3606.95	477.95	425.42	2715.39	7225.72	C10R3U8D8	3978.32	363.97	3328.52	3106.82	10777.62
C3R3U3D1	1213.63	358.57	1252.99	388.20	3213.40	C8R1U1D6	3236.86	120.66	426.62	2302.83	6086.96	C9R4U1D8	3701.89	477.34	424.52	3091.75	7695.50	C10R3U8D9	4008.22	355.44	3341.79	3509.32	11214.77
C3R3U3D2	1251.44	356.45	1279.19	775.96	3663.05	C8R1U1D7	3234.85	118.57	427.59	2722.59	6503.61	C9R4U1D9	3616.00	481.37	422.02	3524.96	8044.35	C10R3U8D10	3981.68	352.04	3295.34	3912.55	11541.60
C3R3U3D3	1219.04	358.71	1247.45	1166.99	3992.20	C8R1U1D8	3233.54	119.77	424.74	3084.44	6862.49	C9R4U2D1	3599.42	474.97	845.88	391.36	5311.64	C10R3U9D1	3985.73	352.72	3732.51	389.09	8460.05
C4R1U1D1	1643.92	119.91	422.55	371.79	2558.17	C8R1U2D1	3260.97	118.13	855.42	397.47	4631.98	C9R4U2D2	3676.60	476.83	849.85	794.15	5797.43	C10R3U9D2	3997.76	357.43	3770.62	790.37	8916.18
C4R1U1D2	1646.89	118.98	436.11	785.30	2987.28	C8R1U2D2	3246.21	119.07	851.07	776.71	4993.06	C9R4U2D3	3619.84	476.75	841.94	1174.89	6113.42	C10R3U9D3	3989.86	356.50	3776.54	1163.05	9285.95
C4R1U1D3	1641.55	118.34	427.97	1187.91	3375.77	C8R1U2D3	3257.39	120.21	815.01	1181.92	5374.55	C9R4U2D4	3595.46	475.14	850.39	1565.21	6486.20	C10R3U9D4	4017.53	359.83	3812.46	1557.77	9747.58
C4R1U1D4	1614.04	120.36	424.27	1542.30	3700.97	C8R1U2D4	3274.86	118.74	847.85	1528.22	5769.67	C9R4U2D5	3636.66	477.47	843.08	1950.63	6907.84	C10R3U9D5	4025.78	358.28	3782.68	1937.25	10104.00
C4R1U2D1	1648.65	119.84	849.52	390.48	3008.49	C8R1U2D5	3154.64	118.79	852.38	1958.89	6084.70	C9R4U2D6	3610.00	475.49	841.16	2321.99	7248.63	C10R3U9D6	4045.97	358.89	3781.40	2329.26	10515.52
C4R1U2D2	1637.48	118.32	841.62	769.65	3367.06	C8R1U2D6	3254.04	119.16	843.92	2311.18	6528.30	C9R4U2D7	3607.44	476.38	820.53	2739.91	7644.27	C10R3U9D7	3996.12	358.23	3763.73	2723.66	10841.74
C4R1U2D3	1604.95	119.89	855.74	1148.35	3728.92	C8R1U2D7	3241.08	119.56	855.18	2727.84	6943.66	C9R4U2D8	3614.38	475.95	849.51	3153.09	8092.93	C10R3U9D8	4042.56	356.70	3760.63	3124.47	11284.53
C4R1U2D4	1637.32	119.09	844.04	1548.81	4149.26	C8R1U2D8	3220.53	120.52	833.80	3058.14	7232.99	C9R4U2D9	3611.09	474.00	850.86	3513.01	8448.95	C10R3U9D9	4014.93	351.87	3733.91	3489.66	11590.37
C4R1U3D1	1574.08	122.66	1100.79	389.55	3187.09	C8R1U3D1	3242.93	119.51	1277.05	397.73	5037.26	C9R4U3D1	3651.60	479.64	1265.15	391.29	5787.68	C10R3U9D10	4032.96	352.32	3750.65	3866.50	12002.47
C4R1U3D2	1655.40	119.98	1254.96	786.34	3816.67	C8R1U3D2	3291.80	120.10	1258.11	773.38	5443.39	C9R4U3D2	3616.33	479.10	1256.71	780.88	6133.02	C10R3U10D1	3986.30	352.80	4145.32	370.99	8855.41
C4R1U3D3	1662.61	128.15	1262.44	1184.80	4238.01	C8R1U3D3	3285.81	118.98	1274.80	1167.73	5847.33	C9R4U3D3	3625.44	479.93	1268.55	1170.79	6544.72	C10R3U10D2	3970.15	352.93	4153.44	785.76	9262.28
C4R1U3D4	1594.36	119.59	1273.46	1585.53	4572.95	C8R1U3D4	3225.72	119.42	1253.93	1499.45	6098.52	C9R4U3D4	3630.88	479.21	1268.02	1576.65	6954.77	C10R3U10D3	4035.10	356.19	4197.75	1172.21	9761.25
C4R1U4D1	1642.81	119.45	1726.89	396.43	3885.58	C8R1U3D5	3277.36	119.92	1269.71	1930.85	6597.84	C9R4U3D5	3613.53	476.66	1262.67	1944.00	7296.86	C10R3U10D4	3984.38	357.75	4197.59	1561.96	10101.69
C4R1U4D2	1638.15	120.33	1712.33	758.85	4229.66	C8R1U3D6	3190.88	119.83	1260.27	2290.43	6861.40	C9R4U3D6	3592.61	473.04	1258.32	2354.54	7678.51	C10R3U10D5	4016.48	358.73	4215.13	1927.89	10518.22
C4R1U4D3	1654.73	118.60	1708.01	1169.20	4650.60	C8R1U3D7	3253.70	119.31	1275.73	2689.40	7338.14	C9R4U3D7	3602.90	475.07	1253.60	2744.02	8075.59	C10R3U10D6	4030.61	361.58	3901.42	2341.15	10634.70
C4R1U4D4	1624.17	120.58	1689.38	1569.73	5003.85	C8R1U3D8	3246.73	119.71	1280.56	3097.10	7744.11	C9R4U3D8	3618.13	477.84	1264.00	3110.32	8470.29	C10R3U10D7	4043.71	358.65	4232.98	2682.25	11317.59
C4R2U1D1	1603.19	238.21	424.96	388.54	2654.90	C8R1U4D1	3297.16	119.27	1661.91	387.73	5466.06	C9R4U3D9	3630.84	477.00	1262.54	3539.24	8909.62	C10R3U10D8	3972.33	360.08	4216.00	3122.43	11670.84
C4R2U1D2	1604.65	237.28	420.09	776.56	3038.58	C8R1U4D2	3290.39	118.59	1695.73	766.13	5870.84	C9R4U4D1	3596.23	476.06	1697.39	390.36	6160.05	C10R3U10D9	4014.23	356.73	4204.38	3509.63	12084.97
C4R2U1D3	1599.71	238.00	431.21	1168.48	3437.39	C8R1U4D3	3251.65	119.75	1690.27	1163.85	6225.53	C9R4U4D2	3620.83	477.45	1703.25	782.41	6583.94	C10R3U10D10	4025.29	359.00	4195.35	3884.41	12464.04
C4R2U1D4	1572.54	238.15	425.02	1570.84	3806.56	C8R1U4D4	3254.89	120.48	1711.65	1550.83	6637.86	C9R4U4D3	3617.73	476.94	1698.86	1162.61	6956.13	C10R4U1D1	3987.73	477.59	419.40	375.57	5260.29
C4R2U2D1	1639.04	238.48	853.63	413.05	3144.21	C8R1U4D5	3246.14	119.15	1698.44	1964.19	7027.92	C9R4U4D4	3623.77	477.35	1686.98	1549.62	7337.72	C10R4U1D2	3982.63	477.42	419.60	763.50	5643.15
C4R2U2D2	1632.03	238.80	849.18	784.52	3504.53	C8R1U4D6	3277.24	118.62	1674.40	2319.87	7390.18	C9R4U4D5	3639.44	476.23	1671.52	1962.18	7749.37	C10R4U1D3	3989.03	475.32	419.64	1144.54	6028.53
C4R2U2D3	1617.65	237.83	858.75	1175.07	3889.30	C8R1U4D7	3256.53	119.57	1685.93	2719.94	7781.98	C9R4U4D6	3611.65	476.34	1684.61	2330.98	8103.62	C10R4U1D4	3972.35	474.60	422.09	1526.98	6396.02
C4R2U2D4	1634.65	239.38	846.71	1523.08	4243.82	C8R1U4D8	3223.32	119.48	1683.51	3104.42	8130.73	C9R4U4D7	3639.18	478.37	1684.98	2734.67	8537.20	C10R4U1D5	4043.33	482.50	424.66	1948.62	6899.11
C4R2U3D1	1651.10	239.24	1261.86	386.32	3538.52	C8R1U5D1	3284.02	119.58	2091.16	385.45	5880.22	C9R4U4D8	3629.14	478.30	1686.93	3137.31	8931.68	C10R4U1D6	3989.83	477.25	421.47	2330.38	7218.93
C4R2U3D2	1659.26	238.64	1248.55	775.09	3921.54	C8R1U5D2	3276.89	118.95	2100.25	779.84	6275.97	C9R4U4D9	3610.35	478.40	1660.86	3527.91	9277.53	C10R4U1D7	4014.22	476.29	427.62	2709.64	7627.77
C4R2U3D3	1623.92	241.31	1270.26	1175.39	4310.87	C8R1U5D3	3235.79	119.84	2070.87	1165.73	6592.22	C9R4U5D1	3609.76	477.58	2105.60	391.12	6584.06	C10R4U1D8	3974.06	476.77	396.88	3113.40	7961.12
C4R2U3D4	1595.66	238.22	1269.38	1569.10	4672.35	C8R1U5D4	3222.26	119.65	2108.19	1539.11	6989.22	C9R4U5D2	3613.23	478.83	2130.41	761.88	6984.35	C10R4U1D9	3994.99	476.83	424.34	3496.02	8392.18
C4R2U4D1	1614.72	238.28	1687.58	385.40	3925.98	C8R1U5D5	3209.61	118.28	2080.83	1954.84	7363.56	C9R4U5D3	3599.01	476.34	2083.36	1181.71	7340.41	C10R4U1D10	4084.72	476.12	412.02	3876.90	8849.76
C4R2U4D2	1629.82	237.17	1684.48	792.53	4344.00	C8R1U5D6	3250.05	119.52	2101.62	2332.79	7803.98	C9R4U5D4	3628.20	476.08	2089.93	1587.06	7781.27	C10R4U2D1	4032.73	476.55	841.03	399.04	5749.34
C4R2U4D3	1666.14	238.01	1668.29	1161.57	4734.00	C8R1U5D7	3260.25	120.48	2082.68	2741.96	8205.36	C9R4U5D5	3604.66	476.74	2118.96	1942.00	8142.36	C10R4U2D2	4031.19	476.76	852.30	762.71	6122.96
C4R2U4D4	1596.98	238.45	1696.64	1566.29	5098.40	C8R1U5D8	3294.94	118.70	2094.05	3101.02	8608.73	C9R4U5D6	3617.45	478.51	2083.32	2371.32	8550.64	C10R4U2D3	4020.85	478.36	819.73	1139.87	6458.81
C4R3U1D1	1647.75	357.69	425.69	401.95	2833.09	C8R1U6D1	3278.64	118.79	2501.33	388.20	6286.96	C9R4U5D7	3648.16	479.46	2132.75	2744.76	9005.14	C10R4U2D4	4075.65	476.81	825.25	1555.20	6932.92

C4R3U1D2	1638.03	356.71	433.88	784.29	3212.90	C8R1U6D2	3248.80	120.55	2530.95	785.12	6685.44	C9R4U5D8	3197.71	486.78	1732.21	2963.65	8380.34	C10R4U2D5	4016.86	476.94	848.22	1949.64	7291.67
C4R3U1D3	1631.86	358.04	429.66	1186.27	3605.83	C8R1U6D3	3251.64	119.91	2521.85	1142.00	7035.40	C9R4U5D9	3576.36	485.75	2108.30	3483.08	9653.49	C10R4U2D6	4051.16	475.43	841.72	2335.08	7703.38
C4R3U1D4	1623.70	356.82	432.91	1533.02	3946.45	C8R1U6D4	3220.93	118.69	2521.31	1576.46	7437.39	C9R4U6D1	3603.56	485.64	2519.27	389.47	6997.95	C10R4U2D7	4068.92	478.11	832.76	2725.48	8105.27
C4R3U2D1	1639.97	358.95	824.54	391.85	3215.30	C8R1U6D5	3266.68	119.23	2541.61	1957.08	7884.60	C9R4U6D2	3606.65	482.48	2530.96	794.27	7414.40	C10R4U2D8	3968.23	475.59	841.80	3090.89	8376.51
C4R3U2D2	1627.99	357.74	819.54	773.95	3579.22	C8R1U6D6	3307.43	120.04	2510.31	2354.15	8291.93	C9R4U6D3	3581.15	484.11	2483.86	1157.42	7706.54	C10R4U2D9	4091.51	476.91	835.75	3484.13	8888.31
C4R3U2D3	1646.42	358.67	852.97	1180.20	4038.26	C8R1U6D7	3214.21	120.39	2523.95	2701.36	8559.90	C9R4U6D4	3574.22	482.37	2511.49	1570.46	8138.54	C10R4U2D10	3994.32	476.66	841.29	3883.70	9195.97
C4R3U2D4	1602.79	358.42	854.49	1562.03	4377.73	C8R1U6D8	3442.72	120.70	2529.59	3130.64	9223.65	C9R4U6D5	3612.45	483.85	2529.29	1954.77	8580.36	C10R4U3D1	4083.74	476.74	1255.67	387.54	6203.69
C4R3U3D1	1625.69	357.29	1279.94	391.32	3654.24	C8R1U7D1	3249.68	122.08	2968.02	386.27	6726.05	C9R4U6D6	3554.62	484.62	2506.17	2336.88	8882.29	C10R4U3D2	4037.61	476.36	1263.49	791.23	6568.70
C4R3U3D2	1632.06	358.98	1291.39	794.62	4077.05	C8R1U7D2	3269.12	120.84	2930.99	775.93	7096.87	C9R4U6D7	3605.14	485.31	2535.17	2713.20	9338.82	C10R4U3D3	4029.76	474.45	1254.20	1151.81	6910.21
C4R3U3D3	1643.54	356.92	1277.14	1155.82	4433.42	C8R1U7D3	3259.49	118.75	2983.78	1167.61	7529.63	C9R4U6D8	3590.21	481.29	2503.53	3099.74	9674.77	C10R4U3D4	4018.76	476.39	1246.13	1559.16	7300.44
C4R3U3D4	1634.06	357.57	1257.11	1586.36	4835.11	C8R1U7D4	3209.17	119.78	2991.53	1543.27	7863.75	C9R4U6D9	3573.62	484.92	2522.47	3532.28	10113.29	C10R4U3D5	4056.50	474.88	1253.34	1951.04	7735.76
C4R4U4D1	1626.77	359.00	1707.91	388.60	4082.28	C8R1U7D5	3250.06	118.62	2925.34	1953.89	8247.91	C9R4U7D1	3596.36	484.70	2924.04	385.86	7390.97	C10R4U3D6	3990.27	477.36	1257.52	2348.64	8073.80
C4R3U4D2	1633.88	357.03	1704.62	760.55	4456.09	C8R1U7D6	3266.51	119.11	2913.71	2330.84	8630.16	C9R4U7D2	3602.65	486.28	2940.26	785.15	7814.34	C10R4U3D7	4053.93	479.56	1253.99	2725.69	8513.18
C4R4U3D3	1644.23	358.82	1710.40	1180.66	4894.15	C8R1U7D7	3202.22	118.06	2950.39	2718.88	8989.54	C9R4U7D3	3596.04	486.58	2909.44	1168.63	8160.68	C10R4U3D8	3993.20	476.21	1267.89	3108.44	8845.73
C4R3U4D4	1616.00	356.57	1732.98	1573.94	5279.49	C8R1U7D8	3240.66	118.45	2950.58	3142.57	9452.27	C9R4U7D4	3559.50	486.17	2965.30	1547.66	8558.63	C10R4U3D9	4090.86	477.34	1270.22	3503.09	9341.51
C4R4U1D1	1665.11	478.62	426.96	392.30	2963.00	C8R1U8D1	3258.39	121.84	3356.68	387.40	7124.31	C9R4U7D5	3563.88	484.11	2938.66	1955.68	8942.33	C10R4U3D10	4101.17	479.13	1258.99	3868.74	9708.02
C4R4U1D2	1629.70	476.32	423.67	792.22	3321.92	C8R1U8D2	3265.32	118.26	3338.89	775.83	7498.31	C9R4U7D6	3597.69	484.08	2924.04	2331.45	9337.25	C10R4U4D1	4043.23	476.57	1670.89	387.68	6578.36
C4R4U1D3	1633.21	480.63	433.06	1166.52	3713.42	C8R1U8D3	3236.27	118.33	3371.46	1154.04	7880.08	C9R4U7D7	3619.36	485.99	2945.96	2701.31	9752.62	C10R4U4D2	4020.08	479.11	1673.99	778.32	6951.51
C4R4U1D4	1626.24	477.49	423.37	1546.75	4073.84	C8R1U8D4	3231.76	118.40	3338.36	1549.79	8238.31	C9R4U7D8	3602.39	484.35	2923.22	3106.32	10116.29	C10R4U4D3	3996.14	475.02	1679.51	1189.43	7340.10
C4R4U2D1	1620.56	480.22	862.27	391.37	3354.43	C8R1U8D5	3274.10	118.92	3344.48	1940.79	8678.30	C9R4U7D9	3585.90	484.08	2932.09	3496.91	10498.98	C10R4U4D4	4019.71	478.73	1664.48	1553.55	7716.47
C4R4U2D2	1652.87	478.60	848.04	793.80	3773.31	C8R1U8D6	3245.26	119.32	3367.83	2301.34	9033.75	C9R4U8D1	3559.19	491.61	3382.84	390.88	7824.51	C10R4U4D5	4080.12	479.67	1663.25	1936.93	8159.97
C4R4U2D3	1592.44	477.54	854.81	1169.36	4094.15	C8R1U8D7	3256.86	118.45	3356.48	2716.79	9448.57	C9R4U8D2	3571.58	485.16	3328.84	780.50	8166.07	C10R4U4D6	4028.25	477.85	1696.29	2326.97	8529.36
C4R4U2D4	1630.08	476.69	838.48	1536.95	4482.21	C8R1U8D8	3229.63	119.32	3373.65	3102.34	9824.94	C9R4U8D3	3577.33	484.84	3340.75	1150.36	8553.27	C10R4U4D7	4005.78	479.70	1676.47	2721.06	8883.01
C4R4U3D1	1623.68	476.45	1259.21	396.91	3756.26	C8R2U1D1	3261.85	237.79	421.72	389.53	4310.89	C9R4U8D4	3583.07	483.09	3351.67	1569.66	8987.49	C10R4U4D8	4001.65	477.81	1685.68	3120.15	9285.29
C4R4U3D2	1609.73	480.14	1274.71	775.98	4140.56	C8R2U1D2	3239.05	239.45	424.07	785.80	4688.36	C9R4U8D5	3588.54	484.70	3364.87	1946.33	9384.44	C10R4U4D9	3985.09	477.47	1697.34	3528.68	9688.58
C4R4U3D3	1603.81	478.28	1257.48	1158.61	4498.18	C8R2U1D3	3293.86	240.16	399.06	1160.84	5093.93	C9R4U8D6	3555.06	483.17	3333.77	2331.38	9703.38	C10R4U4D10	3986.53	477.12	1680.75	3872.01	10016.42
C4R4U3D4	1646.21	476.22	1279.49	1551.21	4953.12	C8R2U1D4	3206.27	236.86	424.51	1526.84	5394.47	C9R4U8D7	3586.80	484.88	3360.54	2744.16	10176.37	C10R4U5D1	4001.77	479.86	2108.59	397.51	6987.72
C4R4U4D1	1625.01	478.61	1674.10	390.78	4168.50	C8R2U1D5	3279.74	237.91	383.16	1722.62	5623.43	C9R4U8D8	3571.62	482.20	3356.39	3120.75	10530.97	C10R4U5D2	4043.19	475.29	2096.25	770.88	7385.61
C4R4U4D2	1607.97	479.75	1684.73	773.63	4546.08	C8R2U1D6	3176.01	234.91	423.84	2328.44	6163.20	C9R4U8D9	3565.43	484.84	3308.31	3516.57	10875.15	C10R4U5D3	3997.11	475.85	2080.08	1162.73	7715.77
C4R4U4D3	1614.52	478.53	1690.58	1151.49	4935.12	C8R2U1D7	3185.53	237.11	422.89	2729.02	6574.55	C9R4U9D1	3597.87	485.60	3782.77	368.37	8234.61	C10R4U5D4	3744.37	482.67	2117.10	1587.15	7931.28
C4R4U4D4	1636.07	476.63	1688.65	1566.10	5367.44	C8R2U1D8	3204.07	238.05	414.37	3093.99	6950.48	C9R4U9D2	3597.06	484.32	3758.37	777.22	8616.97	C10R4U5D5	4043.68	477.69	2082.37	1964.26	8567.99
C5R1U1D1	2059.49	119.53	419.31	386.82	2985.16	C8R2U2D1	3186.80	234.68	837.87	388.84	4648.20	C9R4U9D3	3612.39	484.58	3804.05	1142.05	9043.07	C10R4U5D6	4026.46	476.20	2095.78	2284.61	8883.05
C5R1U1D2	2083.69	119.51	423.00	795.82	3422.02	C8R2U2D2	3163.85	235.44	834.57	760.70	4994.56	C9R4U9D4	3587.72	483.42	3782.45	1551.90	9405.49	C10R4U5D7	4056.77	476.24	2093.80	2737.94	9364.74
C5R1U1D3	2080.75	120.17	434.41	1164.03	3799.37	C8R2U2D3	3182.65	234.05	846.81	1175.32	5438.84	C9R4U9D5	3571.87	479.78	3769.85	1956.83	9778.32	C10R4U5D8	4011.38	475.73	2099.01	3141.46	9727.58
C5R1U1D4	2087.31	119.39	424.28	1540.77	4171.74	C8R2U2D4	3221.92	234.56	841.41	1553.70	5851.58	C9R4U9D6	3591.30	484.87	3763.76	2330.86	10170.78	C10R4U5D9	4064.61	477.24	2100.91	3488.12	10130.89
C5R1U1D5	2112.64	120.27	424.81	1954.59	4612.31	C8R2U2D5	3183.19	234.54	824.82	1974.15	6216.70	C9R4U9D7	3569.19	484.84	3748.57	2730.52	10533.11	C10R4U5D10	3991.06	482.67	2108.22	3900.06	10482.00
C5R1U2D1	2068.44	119.91	846.97	386.72	3422.05	C8R2U2D6	3206.08	234.30	815.63	2321.06	6577.07	C9R4U9D8	3582.30	483.72	3723.08	3108.14	10897.23	C10R4U6D1	3992.72	474.76	2518.61	385.47	7371.56
C5R1U2D2	2078.41	119.21	856.12	780.25	3834.00	C8R2U2D7	3222.25	234.85	843.77	2682.85	6983.71	C9R4U9D9	3575.74	481.92	3763.42	3506.17	11327.25	C10R4U6D2	3992.50	477.26	2499.49	779.73	7748.98
C5R1U2D3	2120.04	119.56	847.39	1177.78	4264.77	C8R2U2D8	3273.41	239.78	822.44	3117.00	7452.63	C9R5U1D1	3613.57	602.90	422.51	387.17	5026.15	C10R4U6D3	3991.76	476.91	2516.59	1184.86	8170.12
C5R1U2D4	2093.54	119.81	854.37	1564.09	4631.80	C8R2U3D1	3251.47	239.95	1255.77	394.40	5141.59	C9R5U1D2	3495.59	606.76	421.36	776.36	5300.06	C10R4U6D4	3987.63	479.67	2520.34	1541.96	8529.60
C5R1U2D5	2083.67	119.08	847.81	1958.87	5009.44	C8R2U3D2	3259.60	240.76	1265.65	757.66	5523.66	C9R5U1D3	3548.25	603.12	421.53	1177.00	5749.90	C10R4U6D5	4058.47	474.94	2517.64	1927.36	8978.41
C5R1U3D1	2090.67	118.30	1297.88	391.89	3898.75	C8R2U3D3	3183.07	239.97	1272.63	1168.66	5864.33	C9R5U1D4	3592.77	603.32	419.32	1564.97	6180.38	C10R4U6D6	4046.04	476.19	2514.34	2327.10	9363.67
C5R1U3D2	2053.98	118.90	1248.73	771.19	4192.79	C8R2U3D4	3234.74	239.91	1273.11	1548.10	6295.87	C9R5U1D5	3575.20	604.82	424.94	1986.87	6591.83	C10R4U6D7	4007.41	476.99	2527.21	2703.89	9715.49
C5R1U3D3	2088.46	119.88	1274.70	1181.70	4664.74	C8R2U3D5	3235.37	240.54	1277.10	1950.17	6703.17	C9R5U1D6	3590.63	607.09	423.21	2327.51	6948.44	C10R4U6D8	4056.40	478.29	2542.66	3121.44	10198.79
C5R1U3D4	2107.36	119.17	1277.65	1571.73	5075.91	C8R2U3D6	3251.77	238.45	1264.89	2306.27	7061.38	C9R5U1D7	3568.61	603.71	424.23	2702.50	7299.04	C10R4U6D9	4004.06	477.33	2539.33	3482.52	10503.24
C5R1U3D5	2082.59	118.35	1252.41	1963.74	5417.08	C8R2U3D7	3213.81	238.57	1272.66	2706.11	7431.16	C9R5U1D8	3603.72	608.63	419.72	3111.54	7743.60	C10R4U6D10	4006.64	478.43	2532.52	3901.25	10918.84
C5R1U4D1	2033.94	119.43	1713.28	383.90	4250.55	C8R2U3D8	3260.36	239.47	1269.97	3077.58	7847.38	C9R5U1D9	3581.00	603.68	418.26	3481.51	8084.45	C10R4U7D1	4069.46	476.05	2945.98	404.26	7895.75
C5R1U4D2	2059.63	120.04	1677.52	769.50	4626.69	C8R2U4D1	3266.26	236.85	1649.75	387.95	5540.81	C9R5U2D1	3259.27	604.16	841.80	384.36	5089.59	C10R4U7D2	4028.07	476.75	2941.59	792.26	8238.67
C5R1U4D3	2063.60	120.27	1683.26	1179.80	5046.93	C8R2U4D2	3204.56	236.70	1680.49	776.68	5898.43	C9R5U2D2	3600.76	604.57	841.60	764.81	5811.73	C10R4U7D3	4010.21	478.71	2986.08	1164.89	8639.89
C5R1U4D4	2045.54	119.53	1692.49	1538.44	5396.00	C8R2U4D3	3269.98	239.13	1670.94	1145.42	6325.46	C9R5U2D3	3596.63	602.62	846.38	1145.50	6191.12	C10R4U7D4	4073.95	476.24	2932.83	1568.64	9051.67
C5R1U4D5	2067.43	120.26	1672.70	1967.52	5827.92	C8R2U4D4	3234.36	237.66	1695.54	1547.97	6715.52	C9R5U2D4	3617.00	604.04	840.07	1541.42	6602.54	C10R4U7D5	4050.13	476.86	2917.66	1978.02	9422.69
C5R1U5D1	2063.75	119.31	2114.71	388.71	4686.48	C8R2U4D5	3218.70	239.71	1688.64	1925.80	7072.84	C9R5U2D5	3569.86	602.00	819.27	1935.21	6926.33	C10R4U7D6	4019.68	477.31	2958.72	2328.89	9784.60
C5R1U5D2	2091.19	119.63	2090.65	781.76	5083.22	C8R2U4D6	3292.54	236.85	1697.38	2314.42	7541.20	C9R5U2D6	3626.43	601.38	836.73	2331.72	7396.25	C10R4U7D7	3993.27	479.00	2948.49	2717.26	10138.02
C5R1U5D3	2086.04	119.05	2151.46	1178.88	5535.44	C8R2U4D7	3261.93	237.79	1661.27	2735.59	7896.59	C9R5U2D7	3581.53	602.39	833.35	2732.84	7750.10	C10R4U7D8	3998.21	476.20	2923.32	3107.10	10504.82
C5R1U5D4	2063.47	119.02	2085.30	1560.62	5828.42	C8R2U4D8	3234.23	238.41	1652.39	3094.68	8219.72	C9R5U2D8	3596.79	601.28	837.99	3133.57	8169.63	C10R4U7D9	4024.83	480.38	2930.65	3508.68	10944.54
C5R1U5D5	2062.13	119.14	2111.74	1940.59	6233.60	C8R2U5D1	3285.73	238.33	2116.22	401.12	6041.41	C9R5U2D9	3600.17	601.61	842.70	3494.53	8539.00	C10R4U7D10	4027.39	477.64	2916.76	3878.89	11345.68
C5R2U1D1	2109.01	238.12	427.48	400.11	3174.71	C8R2U5D2	3236.39	239.95	2103.88	774.56	6354.79	C9R5U3D1	3565.12	599.17	1260.39	385.23	5809.92	C10R4U8D1	4060.34	478.22	3365.65	383.63	8287.85
C5R2U1D2	2064.87	239.46	432.39	779.25	3515.96	C8R2U5D3	3283.29	238.86	2129.76	1167.53	6819.44	C9R5U3D2	3592.22	599.70	1258.17	763.72	6213.80	C10R4U8D2	4003.88	475.53	3348.19	775.44	8603.05
C5R2U1D3	2057.40	237.50	421.07	1177.06	3893.02	C8R2U5D4	3256.36	237.97	2116.16	1543.98	7154.47	C9R5U3D3	3603.65	600.37	1254.06	1149.30	6607.38	C10R4U8D3	4012.93	478.01	3375.55	1150.54	9017.03
C5R2U1D4	2067.75	238.35	423.81	1568.69	4298.60	C8R2U5D5	3259.04	238.14	2107.96	1917.10	7522.24	C9R5U3D4	3575.96	599.92	1243.96	1550.47	6970.32	C10R4U8D4	4046.05	476.28	3344.77	1569.18	9436.27
C5R2U1D5	2097.85	237.95	423.62	1938.56	4697.98	C8R2U5D6	3239.46	238.32	2138.08	2341.27	7957.13	C9R5U3D5	3626.21	600.74	1260.95	1945.87	7433.78	C10R4U8D5	3987.06	476.86	3348.73	1945.67	9758.32
C5R2U2D1	2064.12	239.59	853.55	393.12	3550.38	C8R2U5D7	3258.06	239.80	2078.36	2717.53	8293.75	C9R5U3D6	3560.50	600.68	1256.59	2339.08	7756.87	C10R4U8D6	4028.99	476.47	3321.39	2337.87	10164.72
C5R2U2D2	2047.73	239.79	850.92	794.61	3933.04	C8R2U5D8	3271.91	237.87	2107.91	3096.10	8713.79	C9R5U3D7	3605.60	598.17	1254.69	2725.76	8184.21	C10R4U8D7	4071.74	475.42	3394.67	2696.19	10638.02
C5R2U2D3	2082.25	239.68	861.12	1151.38	4334.43	C8R2U6D1	3255.90	239.61	2530.32	384.52	6410.35	C9R5U3D8	3614.17	598.24	1256.30	3114.20	8582.92	C10R4U8D8	3995.96	478.46	3380.19	3130.30	10984.92
C5R2U2D4	2091.06	238.35	840.97	1561.86	4732.23	C8R2U6D2	3294.56	238.58	2552.92	762.95	6849.00	C9R5U3D9	3572.73	602.35	1258.20	3504.81	8938.08	C10R4U8D9	4056.69	475.88	3389.64	3478.61	11400.83
C5R2U2D5	2068.63	239.57	849.20	1938.33	5095.73	C8R2U6D3	3263.75	241.02	2525.16	1145.28	7175.22	C9R5U4D1	3595.97	602.30	1667.52	396.23	6262.03	C10R4U8D10	3997.58	477.98	3338.84	3915.54	11729.94
C5R2U3D1	2075.92	240.73	1262.02	388.13	3966.80	C8R2U6D4	3231.13	237.86	2520.12	1548.74	7537.86	C9R5U4D2	3588.25	599.55	1678.92	775.68	6642.43	C10R4U9D1	4033.94	477.24	3789.97	391.67	8692.81
C5R2U3D2	2082.72	239.84	1268.05	792.33	4382.98	C8R2U6D5	3301.77	237.30	2543.19	1935.21	8017.47	C9R5U4D3	3594.05	598.67	1682.07	1171.42	7046.21	C10R4U9D2	3993.37	476.16	3806.43	772.05	9048.05
C5R2U3D3	2050.52	239.96	1278.66	1183.15	4752.30	C8R2U6D6	3283.99	237.45	2496.49	2322.96	8340.89	C9R5U4D4	3568.90	599.35	1670.18	1544.12	7382.56	C10R4U9D3	3988.33	477.58	3756.17	1181.23	9403.31
C5R2U3D4	2074.90	239.39	1257.44	1559.80	5131.53	C8R2U6D7	3243.89	239.38	2533.41	2700.82	8717.51	C9R5U4D5	3584.50	599.74	1685.67	1967.88	7837.79	C10R4U9D4	4026.79	475.57	3765.88	1565.14	9833.38
C5R2U3D5	1758.78	238.13	1278.18	1953.81	5228.90	C8R2U6D8	3226.08	237.68	2494.68	3098.99	9057.42	C9R5U4D6	3551.40	599.94	1678.67	2326.13	8156.14	C10R4U9D5	4050.48	473.69	3791.33	1938.06	10253.55
C5R2U4D1	2090.43	239.08	1675.28	397.19	4401.97	C8R2U7D1	3261.15	234.73	2959.25	388.16	6843.29	C9R5U4D7	3617.95	600.47	1661.90	2736.65	8616.97	C10R4U9D6	4019.47	476.41	3672.84	2170.14	10338.87
C5R2U4D2	2059.31	240.06	1713.86	789.64	4802.87	C8R2U7D2	3165.41	234.57	2904.96	775.23	7080.16	C9R5U4D8	3608.52	590.89	1666.89	3104.50	8970.81	C10R4U9D7	3981.99	478.53	3765.56	2703.83	10929.92
C5R2U4D3	2070.49	238.43	1687.79	1146.14	5142.85	C8R2U7D3	3208.42	235.59	2966.77	1163.20	7573.98	C9R5U4D9	3563.15	585.95	1644.42	3507.95	9301.47	C10R4U9D8	4008.63	475.42	3793.16	3112.07	11389.30
C5R2U4D4	2067.97	240.20	1671.76	1568.23	5548.16	C8R2U7D4	3224.60	236.91	2934.60	1551.34	7947.45	C9R5U5D1	3605.50	587.83	2106.29	387.94	6687.56	C10R4U9D9	4030.08	475.77	3772.02	3533.42	11811.30
C5R2U4D5	2080.29	239.26	1685.74	1923.77	5929.06	C8R2U7D5	3257.70	239.15	2924.30	1935.57	8356.72	C9R5U5D2	3568.50	586.40	2062.54	778.23	6995.67	C10R4U9D10	4015.13	478.29	3768.50	3876.93	12138.88
C5R2U5D1	2090.99	238.00	2143.95	383.65	4856.59	C8R2U7D6	3284.74	238.70	2977.62	2311.34	8812.41	C9R5U5D3	3581.58	587.65	2068.14	1167.99	7405.36	C10R4U10D1	4038.25	477.72	4218.46	389.98	9124.41
C5R2U5D2	2093.69	236.51	2148.09	774.97	5253.27	C8R2U7D7	3234.03	238.44	2931.60	2731.37	9135.45	C9R5U5D4	3617.08	590.78	2129.55	1572.28	7909.68	C10R4U10D2	3991.55	475.57	4218.25	770.19	9455.55
C5R2U5D3	2112.16	240.42	2133.96	1174.78	5661.32	C8R2U7D8	3269.18	238.29	2925.48	3103.71	9536.66	C9R5U5D5	3581.41	586.67	2082.15	1923.37	8173.60	C10R4U10D3	3995.60	475.23	4195.25	1175.53	9841.61
C5R2U5D4	2085.15	238.06	2087.01	1577.17	5987.39	C8R2U8D1	3282.87	239.13	3340.81	386.85	7249.67	C9R5U5D6	3549.92	586.52	2058.75	2350.30	8545.50	C10R4U10D4	4096.75	470.08	4144.52	1556.82	10268.17
C5R2U5D5	2033.59	237.68	2140.78	1940.74	6352.80	C8R2U8D2	3263.54	238.61	3368.10	772.75	7643.01	C9R5U5D7	3582.47	594.21	2104.72	2717.21	8998.61	C10R4U10D5	4037.99	478.45	4173.93	1923.98	10614.35
C5R3U1D1	1801.84	364.16	354.13	330.88	2851.01	C8R2U8D3	3245.75	237.60	3383.52	1162.36	8029.22	C9R5U5D8	3623.09	597.84	2115.62	3121.22	9457.76	C10R4U10D6	4080.95	476.26	4176.61	2320.10	11053.91
C5R3U1D2	1631.68	364.68	356.22	667.74	3020.32	C8R2U8D4	3262.84	237.66	3374.02	1561.06	8435.58	C9R5U5D9	3644.65	593.69	2081.23	3499.53	9819.14	C10R4U10D7	4013.65	471.99	4160.26	2715.83	11361.73
C5R3U1D3	1640.00	362.42	348.21	1125.91	3476.54	C8R2U8D5	3257.70	239.03	3367.49	1824.26	8688.48	C9R5U6D1	3658.02	594.60	2509.80	391.65	7154.08	C10R4U10D8	4001.51	468.94	4161.62	3091.61	11723.68
C5R3U1D4	2049.20	358.42	421.82	1561.02	4390.45	C8R2U8D6	3294.02	238.73	3360.82	2322.39	9215.96	C9R5U6D2	3659.82	595.05	2498.39	771.03	7524.30	C10R4U10D9	4034.13	475.88	4177.00	3465.54	12152.57
C5R3U1D5	2039.76	359.17	423.12	1945.78	4767.83	C8R2U8D7	3245.69	242.11	3356.82	2697.11	9541.74	C9R5U6D3	3697.28	595.26	2543.27	1188.26	8024.06	C10R4U10D10	3985.43	478.10	4175.49	3833.37	12472.40
C5R3U2D1	2078.77	359.96	826.24	386.20	3651.16	C8R2U8D8	3295.15	239.73	3372.81	3067.03	9974.73	C9R5U6D4	3647.08	596.14	2534.37	1569.20	8346.79	C10R5U1D1	4085.16	595.44	424.54	387.09	5492.22
C5R3U2D2	2057.26	359.57	854.05	780.40	4051.28	C8R3U1D1	3234.46	357.32	421.43	400.89	4414.09	C9R5U6D5	3646.36	598.23	2543.77	1968.25	8756.60	C10R5U1D2	3988.00	587.14	424.07	774.27	5773.48
C5R3U2D3	2058.51	358.21	848.88	1189.78	4455.38	C8R3U1D2	3226.63	356.23	419.07	773.91	4775.84	C9R5U6D6	3688.36	594.14	2510.74	2344.78	9138.02	C10R5U1D3	3955.49	586.47	427.11	1165.05	6134.12
C5R3U2D4	2093.76	356.37	840.24	1545.32	4835.68	C8R3U1D3	3266.85	356.82	403.10	1156.56	5183.34	C9R5U6D7	3668.18	597.39	2564.21	2719.42	9549.19	C10R5U1D4	3957.70	586.90	418.64	1538.95	6502.19
C5R3U2D5	2047.71	356.81	846.75	1951.17	5202.44	C8

C5R3U4D5	2113.17	358.37	1675.71	1976.45	6123.69	C8R3U2D6	3271.16	358.76	833.03	2329.38	6792.33	C9R5U7D9	3573.15	595.13	2936.21	3535.97	10640.46	C10R5U2D5	4004.57	597.83	842.63	1953.07	7398.10
C5R3U5D1	2106.55	358.22	2129.73	371.29	4965.79	C8R3U2D7	3232.11	357.59	839.29	2698.64	7127.63	C9R5U8D1	3645.11	593.52	3366.50	384.56	7989.69	C10R5U2D6	4052.72	593.89	836.20	2319.10	7801.91
C5R3U5D2	2096.34	360.71	2153.02	790.02	5400.08	C8R3U2D8	3236.47	358.39	830.92	3091.36	7517.14	C9R5U8D2	3645.39	596.25	3369.55	784.15	8395.34	C10R5U2D7	3983.29	595.01	824.38	2727.65	8130.33
C5R3U5D3	2117.16	357.26	2107.27	1159.12	5740.81	C8R3U3D1	3204.41	360.32	1266.15	388.35	5219.23	C9R5U8D3	3673.66	597.38	3381.42	1157.86	8810.33	C10R5U2D8	4020.14	596.52	850.74	3079.55	8546.94
C5R3U5D4	2091.73	357.65	2116.93	1573.02	6139.33	C8R3U3D2	3234.40	359.69	1269.30	777.75	5641.13	C9R5U8D4	3560.13	586.21	3316.79	1558.76	9021.89	C10R5U2D9	3992.74	595.66	820.26	3529.74	8938.40
C5R3U5D5	2111.05	356.83	2113.96	1957.78	6539.63	C8R3U3D3	3282.91	360.24	1269.14	1163.11	6075.40	C9R5U8D5	3671.89	593.46	3356.36	1956.21	9577.92	C10R5U2D10	3993.38	593.52	843.18	3895.21	9325.29
C5R4U1D1	2092.87	477.44	421.88	403.04	3395.23	C8R3U3D4	3240.76	359.14	1235.14	1554.20	6389.24	C9R5U8D6	3641.20	596.72	3443.55	2353.31	10034.77	C10R5U3D1	4015.95	594.16	1254.51	388.57	6253.20
C5R4U1D2	2088.06	478.04	423.47	758.61	3748.18	C8R3U3D5	3268.26	357.85	1251.75	1936.24	6814.10	C9R5U8D7	3658.67	595.87	3392.81	2730.88	10378.22	C10R5U3D2	4004.01	594.97	1254.07	786.96	6640.01
C5R4U1D3	2062.88	478.62	419.93	1184.16	4145.59	C8R3U3D6	3237.03	359.29	1237.44	2324.46	7158.21	C9R5U8D8	3592.60	594.19	3360.18	3119.69	10666.65	C10R5U3D3	3997.19	592.04	1262.55	1148.33	7000.10
C5R4U1D4	2093.26	476.45	433.59	1575.10	4578.40	C8R3U3D7	3257.20	359.90	1262.59	2735.51	7615.19	C9R5U8D9	3706.31	594.59	3351.91	3483.31	11136.12	C10R5U3D4	3792.50	598.19	1216.33	1538.02	7145.05
C5R4U1D5	2108.35	478.03	419.01	1927.01	4932.40	C8R3U3D8	3201.32	358.09	1250.21	3080.51	7890.12	C9R5U9D1	3661.73	592.87	3795.13	391.65	8441.37	C10R5U3D5	4020.08	596.04	1258.77	1944.94	7819.82
C5R4U2D1	2042.75	474.48	847.05	388.27	3752.55	C8R3U4D1	3258.46	357.40	1692.38	387.78	5696.03	C9R5U9D2	3640.87	598.99	3778.68	782.76	8801.30	C10R5U3D6	4005.72	596.80	1238.00	2327.04	8167.56
C5R4U2D2	2129.38	477.41	854.61	785.13	4246.52	C8R3U4D2	3201.75	359.84	1678.97	790.47	6031.02	C9R5U9D3	3650.61	596.08	3772.68	1175.96	9195.34	C10R5U3D7	4051.54	599.48	1269.34	2688.01	8608.36
C5R4U2D3	2097.11	476.41	827.75	1166.73	4568.00	C8R3U4D3	3249.27	358.97	1696.59	1168.61	6473.44	C9R5U9D4	3664.50	595.11	3783.87	1548.83	9592.30	C10R5U3D8	3974.51	596.64	1236.48	3139.24	8946.87
C5R4U2D4	2040.47	477.48	845.02	1554.09	4917.06	C8R3U4D4	3257.47	358.38	1693.14	1571.81	6880.79	C9R5U9D5	3653.38	596.18	3773.18	1969.23	9991.96	C10R5U3D9	4043.95	588.22	1253.46	3473.03	9358.66
C5R4U2D5	2110.18	481.03	839.21	1950.73	5381.15	C8R3U4D5	3220.43	358.86	1680.17	1916.58	7176.03	C9R5U9D6	3627.56	597.42	3820.76	2361.28	10407.01	C10R5U3D10	3940.41	589.40	1261.18	3881.57	9672.56
C5R4U3D1	2042.31	476.15	1265.16	388.12	4171.73	C8R3U4D6	3261.57	355.53	1691.78	2313.32	7622.20	C9R5U9D7	3646.97	595.57	3793.27	2749.21	10785.03	C10R5U4D1	3984.90	590.33	1657.53	399.02	6631.78
C5R4U3D2	2087.67	476.70	1284.57	759.40	4608.35	C8R3U4D7	3216.89	358.20	1654.12	2741.64	7970.85	C9R5U9D8	3640.91	596.79	3802.80	3143.85	11184.35	C10R5U4D2	3992.09	587.49	1682.10	778.50	7040.18
C5R4U3D3	2094.25	479.69	1281.82	1179.12	5034.88	C8R3U4D8	3265.26	356.72	1662.04	3108.42	8392.44	C9R5U9D9	3663.38	596.87	3810.25	3527.13	11597.62	C10R5U4D3	3932.84	587.09	1674.27	1141.55	7335.75
C5R4U3D4	2063.34	477.10	1263.04	1540.12	5343.60	C8R3U5D1	3220.05	359.08	2104.41	387.42	6070.95	C9R6U1D1	3643.80	720.43	424.86	385.08	5174.17	C10R5U4D4	3959.66	586.91	1642.07	1537.20	7725.83
C5R4U3D5	2050.91	477.34	1270.08	1976.16	5774.49	C8R3U5D2	3202.49	356.55	2102.67	775.44	6437.15	C9R6U1D2	3650.24	717.32	423.54	783.10	5574.21	C10R5U4D5	3943.18	587.96	1681.72	1958.66	8171.53
C5R4U4D1	2084.97	476.64	1675.27	381.14	4618.02	C8R3U5D3	3268.76	355.80	2111.03	1166.34	6901.92	C9R6U1D3	3649.83	715.74	422.29	1173.82	5961.67	C10R5U4D6	3921.19	587.53	1639.18	2337.27	8485.17
C5R4U4D2	2021.09	477.34	1678.65	779.42	4956.51	C8R3U5D4	3197.75	359.71	2100.29	1546.30	7204.05	C9R6U1D4	3658.83	714.24	419.90	1565.21	6358.18	C10R5U4D7	3952.28	588.15	1668.76	2714.44	8923.62
C5R4U4D3	2082.30	476.00	1678.72	1157.83	5394.86	C8R3U5D5	3209.90	359.45	2117.12	1937.38	7623.84	C9R6U1D5	3636.27	718.68	421.74	1937.65	6714.33	C10R5U4D8	3954.11	588.87	1682.80	3107.76	9333.54
C5R4U4D4	2060.13	474.15	1688.51	1555.08	5777.86	C8R3U5D6	3215.36	356.89	2078.41	2341.59	7992.24	C9R6U1D6	3634.62	717.91	424.10	2360.24	7136.88	C10R5U4D9	3956.89	588.34	1651.92	3494.18	9691.33
C5R4U4D5	2086.81	476.80	1685.78	1949.13	6198.58	C8R3U5D7	3242.69	359.57	2077.81	2731.00	8411.08	C9R6U1D7	3643.29	715.97	423.33	2728.10	7510.68	C10R5U4D10	3965.63	585.83	1677.30	3851.81	10080.64
C5R4U5D1	2070.33	475.04	2102.75	387.11	5035.22	C8R3U5D8	3210.75	356.87	2101.73	3099.15	8768.50	C9R6U1D8	3663.47	715.18	422.44	3114.92	7916.01	C10R5U5D1	4000.45	587.28	2095.23	369.62	7052.58
C5R4U5D2	2094.54	478.56	2132.81	783.03	5488.94	C8R3U6D1	3215.16	358.33	2496.89	386.88	6457.26	C9R6U1D9	3677.20	713.44	422.37	3473.03	8286.04	C10R5U5D2	3966.87	587.11	2065.62	783.69	7403.29
C5R4U5D3	2082.91	478.16	2087.56	1160.25	5808.88	C8R3U6D2	3242.21	357.15	2499.60	774.24	6873.19	C9R6U2D1	3629.81	715.44	826.64	387.81	5559.70	C10R5U5D3	3987.56	591.21	2073.66	1165.82	7818.25
C5R4U5D4	2046.19	476.84	2134.24	1566.45	6223.73	C8R3U6D3	3242.24	358.19	2513.40	1179.63	7293.45	C9R6U2D2	3624.74	714.50	829.09	781.76	5950.08	C10R5U5D4	3962.99	585.98	2076.80	1559.47	8185.23
C5R4U5D5	2078.54	478.76	2101.46	1933.45	6592.22	C8R3U6D4	3268.28	358.06	2519.40	1552.84	7698.58	C9R6U2D3	3659.93	714.81	820.17	1157.04	6351.95	C10R5U5D5	3986.56	587.98	2082.16	1969.70	8626.39
C5R5U1D1	2100.68	599.52	425.95	390.81	3516.97	C8R3U6D5	3251.00	356.65	2542.44	1922.91	8073.00	C9R6U2D4	3727.35	717.85	838.13	1546.85	6830.22	C10R5U5D6	3964.03	595.54	2083.56	2319.00	8962.13
C5R5U1D2	2094.36	599.09	428.50	795.13	3917.07	C8R3U6D6	3227.63	358.63	2507.57	2328.76	8422.60	C9R6U2D5	3628.42	717.84	846.41	1943.63	7136.30	C10R5U5D7	4024.89	596.52	2115.34	2725.03	9461.78
C5R5U1D3	2106.15	596.48	429.72	1174.52	4306.88	C8R3U6D7	3252.96	357.53	2498.84	2735.31	8844.63	C9R6U2D6	3631.09	714.07	840.17	2327.88	7513.20	C10R5U5D8	4010.14	599.71	2124.00	3123.60	9857.45
C5R5U1D4	2110.46	595.65	414.17	1545.05	4665.33	C8R3U6D8	3235.84	358.81	2517.42	3084.76	9196.83	C9R6U2D7	3602.26	712.74	831.54	2765.94	7912.48	C10R5U5D9	4007.82	599.61	2090.24	3485.19	10182.85
C5R5U1D5	2070.05	596.26	433.07	1942.76	5042.13	C8R3U7D1	3271.91	357.12	2944.38	386.33	6959.74	C9R6U2D8	3657.77	716.78	848.33	3118.08	8340.96	C10R5U5D10	3991.21	595.04	2069.39	3872.74	10528.38
C5R5U2D1	2094.25	596.94	819.80	391.44	3902.42	C8R3U7D2	3284.52	362.61	2933.14	781.77	7362.03	C9R6U2D9	3613.30	715.05	847.23	3532.02	8707.60	C10R5U6D1	4016.11	596.48	2503.12	388.07	7503.78
C5R5U2D2	2099.23	597.87	845.84	791.10	4334.04	C8R3U7D3	3253.87	362.89	2951.26	1167.39	7735.41	C9R6U3D1	3596.37	717.23	1263.87	389.67	5967.15	C10R5U6D2	4000.65	596.09	2519.91	765.50	7882.15
C5R5U2D3	2059.87	596.67	837.71	1179.91	4674.15	C8R3U7D4	3224.32	357.72	2967.44	1542.98	8092.47	C9R6U3D2	3656.70	718.67	1263.64	789.13	6428.14	C10R5U6D3	3991.56	596.51	2508.22	1185.31	8281.60
C5R5U2D4	2072.96	596.53	850.55	1558.47	5078.50	C8R3U7D5	3189.79	357.86	2941.05	1945.20	8433.91	C9R6U3D3	3670.57	709.72	1276.10	1157.51	6813.90	C10R5U6D4	4028.79	595.25	2516.52	1550.20	8690.75
C5R5U2D5	2046.41	597.49	846.14	1954.79	5444.83	C8R3U7D6	2888.53	356.53	2943.78	2331.84	8520.68	C9R6U3D4	3649.10	713.70	1276.73	1536.74	7176.26	C10R5U6D5	4002.15	597.14	2529.32	1962.88	9091.49
C5R5U3D1	2081.88	597.04	1277.15	386.18	4342.26	C8R3U7D7	3231.69	358.43	2968.27	2701.40	9259.79	C9R6U3D5	3654.00	714.90	1238.26	1960.63	7567.79	C10R5U6D6	3997.53	596.54	2508.51	2351.01	9453.60
C5R5U3D2	2016.05	597.87	1281.55	789.22	4684.69	C8R3U7D8	3263.45	356.69	2913.70	3100.60	9634.44	C9R6U3D6	3601.01	713.00	1261.18	2338.42	7913.61	C10R5U6D7	3965.74	596.40	2515.53	2723.34	9801.02
C5R5U3D3	2066.48	595.11	1249.24	1181.19	5092.02	C8R3U8D1	3241.48	358.79	3369.29	385.09	7354.64	C9R6U3D7	3605.98	715.60	1249.04	2741.96	8312.58	C10R5U6D8	3998.44	595.73	2542.64	3109.37	10246.19
C5R5U3D4	2060.81	595.81	1278.96	1539.23	5474.81	C8R3U8D2	3235.19	358.09	3362.85	775.66	7731.79	C9R6U3D8	3479.12	719.00	1260.25	3124.43	8582.80	C10R5U6D9	3993.78	595.05	2504.50	3448.79	10542.13
C5R5U3D5	2098.45	597.28	1270.85	1973.30	5939.89	C8R3U8D3	3235.83	357.37	3357.90	1142.60	8093.70	C9R6U3D9	3672.21	713.72	1245.28	3521.06	9152.27	C10R5U6D10	3988.20	595.56	2522.63	3908.43	11014.83
C5R5U4D1	2051.80	594.68	1667.64	385.95	4700.07	C8R3U8D4	3224.94	358.48	3374.26	1539.63	8497.31	C9R6U4D1	3676.98	712.56	1699.33	382.97	6471.85	C10R5U7D1	4016.34	595.38	2937.62	384.39	7933.73
C5R5U4D2	2023.49	597.01	1677.39	784.55	5082.44	C8R3U8D5	3215.82	358.01	3366.72	1929.62	8870.17	C9R6U4D2	3666.28	714.75	1699.35	761.08	6841.46	C10R5U7D2	3989.23	595.27	2903.48	778.37	8266.35
C5R5U4D3	2098.45	593.54	1686.42	1181.34	5559.75	C8R3U8D6	3262.28	359.48	3393.59	2338.65	9354.00	C9R6U4D3	3667.76	717.31	1655.35	1157.87	7198.29	C10R5U7D3	3999.89	594.70	2946.01	1160.22	8700.81
C5R5U4D4	2037.29	594.47	1685.49	1542.82	5860.07	C8R3U8D7	3234.54	356.34	3346.31	2716.55	9653.75	C9R6U4D4	3643.00	715.58	1688.56	1558.88	7606.02	C10R5U7D4	4006.70	595.80	2919.22	1571.50	9093.22
C5R5U4D5	1835.66	603.45	1686.56	1963.73	6089.40	C8R3U8D8	3213.04	356.75	3368.84	3112.58	10051.21	C9R6U4D5	3614.30	716.39	1687.04	1943.73	7961.46	C10R5U7D5	4014.58	593.79	2926.31	1952.64	9487.34
C5R5U5D1	2065.84	594.27	2085.79	387.77	5133.67	C8R4U1D1	3226.66	479.31	420.79	382.88	4509.64	C9R6U4D6	3628.31	716.00	1662.74	2371.35	8378.40	C10R5U7D6	3993.88	594.60	2925.48	2339.04	9852.99
C5R5U5D2	2084.50	598.85	2110.70	786.67	5580.71	C8R4U1D2	3217.51	478.86	423.59	771.16	4891.11	C9R6U4D7	3626.39	713.70	1689.66	2730.21	8759.96	C10R5U7D7	3972.05	596.30	2944.32	2740.98	10253.65
C5R5U5D3	2066.22	597.23	2110.34	1173.60	5947.40	C8R4U1D3	3261.01	474.26	421.34	1174.12	5330.73	C9R6U4D8	3659.72	715.29	1681.46	3105.94	9162.42	C10R5U7D8	3992.86	595.89	2958.13	3134.67	10681.54
C5R5U5D4	2077.15	607.73	2138.31	1435.33	6258.51	C8R4U1D4	3240.39	478.21	426.17	1542.85	5687.62	C9R6U4D9	3633.37	711.20	1697.45	3528.94	9570.96	C10R5U7D9	3977.10	596.91	2927.44	3504.60	11006.04
C5R5U5D5	1638.27	615.16	2077.81	1932.15	6263.40	C8R4U1D5	3243.23	478.92	418.85	1955.37	6096.39	C9R6U5D1	3618.13	716.28	2118.41	388.84	6841.66	C10R5U7D10	3991.92	596.83	2937.91	3906.49	11433.15
C6R1U1D1	2446.87	120.92	423.19	390.94	3381.92	C8R4U1D6	3246.39	477.81	397.27	2312.13	6433.61	C9R6U5D2	3642.34	717.84	2099.88	774.50	7234.57	C10R5U8D1	4003.20	598.24	3341.00	402.67	8345.11
C6R1U1D2	2440.35	119.52	423.14	786.90	3769.92	C8R4U1D7	3269.20	477.19	399.19	2733.18	6878.77	C9R6U5D3	3626.18	714.48	2092.38	1182.83	7615.88	C10R5U8D2	4013.50	596.05	3375.48	786.44	8771.47
C6R1U1D3	2460.93	120.64	442.40	1186.14	4210.11	C8R4U1D8	3231.07	479.67	417.86	3118.03	7246.64	C9R6U5D4	3646.00	717.16	2110.04	1574.71	8047.91	C10R5U8D3	3987.18	596.47	3365.91	1182.87	9132.43
C6R1U1D4	2506.43	119.66	430.76	1543.65	4600.49	C8R4U2D1	3230.67	479.79	851.29	386.74	4948.49	C9R6U5D5	3638.05	712.31	2087.10	1951.20	8388.66	C10R5U8D4	4045.90	597.39	3343.04	1574.23	9560.57
C6R1U1D5	2476.94	118.91	428.21	1947.88	4971.95	C8R4U2D2	3255.36	475.62	817.83	776.90	5325.70	C9R6U5D6	3684.88	717.98	2112.95	2326.13	8841.94	C10R5U8D5	4014.40	596.72	3370.78	1702.94	9684.84
C6R1U1D6	2453.36	119.78	427.67	2338.56	5339.37	C8R4U2D3	3242.67	476.17	842.65	1158.21	5719.70	C9R6U5D7	3605.63	715.38	2086.46	2748.48	9155.95	C10R5U8D6	4020.11	598.50	3360.30	2322.60	10301.52
C6R1U2D1	2463.85	118.45	844.78	402.05	3829.17	C8R4U2D4	3223.66	477.09	843.48	1531.95	6076.18	C9R6U5D8	3609.95	715.65	2106.62	3129.95	9562.18	C10R5U8D7	4024.60	596.95	3317.18	2711.26	10650.00
C6R1U2D2	2500.68	118.56	857.53	778.31	4255.08	C8R4U2D5	3243.95	475.89	834.74	1924.45	6479.04	C9R6U5D9	3647.25	717.26	2111.47	3507.40	9983.38	C10R5U8D8	4013.31	597.88	3327.48	3089.61	11028.28
C6R1U2D3	2475.89	120.47	819.49	1176.20	4592.05	C8R4U2D6	3241.76	476.14	847.77	2292.12	6857.79	C9R6U6D1	3636.30	717.82	2552.87	391.75	7298.74	C10R5U8D9	4047.08	599.04	3367.78	3484.84	11498.74
C6R1U2D4	2448.07	120.79	849.41	1549.62	4967.88	C8R4U2D7	3225.98	477.44	846.40	2690.88	7240.70	C9R6U6D2	3662.44	712.89	2521.97	783.65	7680.95	C10R5U8D10	3990.53	595.14	3365.59	3858.63	11809.91
C6R1U2D5	2440.33	119.33	857.38	1939.18	5356.23	C8R4U2D8	3237.90	478.14	839.27	3079.32	7634.64	C9R6U6D3	3602.25	715.70	2514.52	1189.63	8022.11	C10R5U9D1	4057.21	596.65	3745.63	389.16	8788.65
C6R1U2D6	2443.94	119.30	835.68	2325.43	5724.41	C8R4U3D1	3245.65	478.30	1244.65	385.84	5354.48	C9R6U6D4	3631.00	714.40	2517.42	1545.74	8408.56	C10R5U9D2	4039.39	598.00	3801.02	772.89	9211.25
C6R1U3D1	2472.14	121.68	1279.54	388.32	4261.68	C8R4U3D2	3223.60	477.89	1253.76	767.69	5722.94	C9R6U6D5	3648.52	712.65	2500.79	1950.29	8812.26	C10R5U9D3	4053.61	595.47	3797.96	1170.89	9617.92
C6R1U3D2	2431.40	119.72	1265.29	773.19	4589.60	C8R4U3D3	3243.54	481.68	1256.08	1138.24	6119.54	C9R6U6D6	3661.70	719.33	2543.85	2325.71	9250.59	C10R5U9D4	4023.87	595.10	3748.11	1557.46	9924.55
C6R1U3D3	2480.35	120.40	1262.81	1164.66	5028.23	C8R4U3D4	3248.41	477.22	1252.00	1546.23	6523.86	C9R6U6D7	3626.96	718.15	2736.41	2752.16	9833.67	C10R5U9D5	4073.71	599.09	3750.12	1951.48	10374.41
C6R1U3D4	2452.72	119.65	1277.59	1561.98	5411.95	C8R4U3D5	3253.62	477.39	1263.20	1921.31	6915.51	C9R6U6D8	3610.16	716.78	2519.99	3130.27	9977.21	C10R5U9D6	3999.41	594.90	3754.16	2346.33	10694.80
C6R1U3D5	2508.16	121.21	1256.91	1949.00	5835.27	C8R4U3D6	3238.90	476.62	1268.44	2298.74	7282.69	C9R6U6D9	3602.72	713.26	2518.68	3532.64	10367.30	C10R5U9D7	4005.77	595.81	3765.64	2731.20	11098.42
C6R1U3D6	2462.51	119.75	1253.46	2317.80	6153.51	C8R4U3D7	3253.51	473.74	1241.12	2712.32	7680.68	C9R6U7D1	3679.61	712.24	2934.81	403.80	7730.46	C10R5U9D8	4047.76	596.65	3763.41	3102.98	11510.79
C6R1U4D1	2487.22	118.70	1713.19	389.56	4708.68	C8R4U3D8	3256.93	479.39	1253.81	3093.47	8083.60	C9R6U7D2	3588.00	716.17	2942.25	769.84	8016.27	C10R5U9D9	4044.13	594.17	3752.56	3508.30	11899.15
C6R1U4D2	2507.37	119.52	1667.57	782.57	5077.03	C8R4U4D1	3213.90	478.46	1696.74	387.43	5776.53	C9R6U7D3	3619.28	711.29	2931.42	1162.44	8424.42	C10R5U9D10	4077.29	598.52	3802.82	3894.01	12372.64
C6R1U4D3	2445.18	119.76	1695.34	1171.23	5431.51	C8R4U4D2	3196.26	477.86	1688.91	785.48	6148.51	C9R6U7D4	3614.71	714.37	2943.25	1587.91	8860.24	C10R5U10D1	4047.45	596.14	4199.15	388.57	9231.31
C6R1U4D4	2516.46	118.41	1700.28	1559.20	5894.34	C8R4U4D3	3244.77	476.29	1686.82	1183.42	6591.30	C9R6U7D5	3630.70	717.47	2927.97	1968.20	9244.35	C10R5U10D2	4045.55	596.22	4217.36	772.28	9631.41
C6R1U4D5	2453.01	119.98	1442.93	1759.34	5775.25	C8R4U4D4	3282.76	479.47	1687.11	1537.23	6986.57	C9R6U7D6	3648.11	717.18	2958.38	2308.58	9632.26	C10R5U10D3	3995.81	598.90	4221.73	1162.52	9978.96
C6R1U4D6	2482.05	119.86	1699.82	2332.39	6634.11	C8R4U4D5	3219.20	479.19	1702.87	1922.88	7324.13	C9R6U7D7	3646.77	715.23	2948.87	2733.23	10044.10	C10R5U10D4	4017.99	597.10	4187.87	1544.69	10347.65
C6R1U5D1	2478.11	118.56	2080.86	387.17	5064.69	C8R4U4D6	3178.05	478.49	1660.85	2293.67	7611.06	C9R6U7D8	3649.58	714.22	2947.78	3149.65	10461.22	C10R5U10D5	4001.36	595.06	4153.61	1935.65	10685.69
C6R1U5D2	2463.51	119.05	2121.86	761.35	5465.77	C8R4U4D7	3259.92	476.82	1659.26	2742.06	8138.05	C9R6U7D9	3644.92	715.93	2946.00	3543.01	10849.86	C10R5U10D6	4026.65	595.43	4154.69	2330.92	11107.68
C6R1U5D3	2465.76	118.43	2121.60	1182.07	5887.86	C8R4U4D8	3236.78	480.56	1683.82	3103.77	8504.93	C9R6U8D1	3601.32	713.75	3344.02	404.00	8063.09	C10R5U10D7	4092.99	597.98	4213.32	2731.62	11635.91
C6R1U5D4	2509.03	120.33	2096.95	1552.28	6278.62	C8R4U5D1	3252.11	477.65	2091.54	387.93	6209.23	C9R6U8D2	3643.01	715.77	3373.42	772.35	8504.54	C10R5U10D8	4018.80	615.52	4201.96	3124.77	11961.06
C6R1U5D5	2460.27	119.56	2106.18	1935.35	6621.36	C8R4U5D2	3243.97	476.86	2095.55	754.46	6570.84	C9R6U8D3	3681.30	715.42	3356.13	1173.69	8926.55	C10R5U10D9	4039.07	590.99	4185.84	3482.19	12298.09
C6R1U5D6	2462.52	118.83	2155.82	2328.15	7065.32	C8R4U5D3	3233.69	478.59	2075.89	1163.11	6951.30	C9R6U8D4	3635.19	716.13	3383.23	1545.44	9279.99	C10R5U10D10	3981.20	595.59	4197.34	3860.58	12634.71
C6R1U6D1	2464.53	119.25	2548.55	389.59	5521.92	C8R4U5D4	3231.05	478.06	2080.87	1568.32	7358.29	C9R6U8D5	3594.87	718.33	3369.81	1955.79	9638.80	C10R6U1D1	4053.50	713.96	422.65	387.75	5577.86
C6R1U6D2	2478.03	118.04	2528.84	783.88	5908.79	C8R4U5D5	3239.15	478.78	2081.37	1949.87	7749.17	C9R6U8D6	3592.36	715.84	3341.12	2342.08	9991.41	C10R6U1D2	4011.91	716.10	419.81	791.83	5939.64
C6R1U6D3	2455.18	120.15	2534.25	1196.97	6306.53	C8R4U5D6	3277.91	478.25	2110.13	2300.36	8166.66	C9R6U8D7	3607.57	715.39	3361.41	2755.94	10440.31	C10R6U1D3	3997.24	717.38	420.47	1165.70	6300.79
C6R1U6D4	2430.40	118.21	2525.14	1536.07	6609.83	C8R4U5D7	3203.01	476.92	2083.37	2697.05	8460.36	C9R6U8D8	3611.85	712.43	3273.57	2963.79	10561.64	C10R6U1D4	4006.69	713.75	420.45	1546.87	6687.76
C6R1U6D5	2459.04	119.41	2573.46	1931.79

C6R2U2D3	2455.51	238.16	848.91	1165.10	4707.69	**C8R4U7D2**	3275.14	477.35	2885.32	777.76	7415.58	**C9R7U1D1**	3659.42	835.16	422.63	388.36	5305.57	**C10R6U2D5**	4025.31	715.27	824.84	1946.10	7511.52
C6R2U2D4	2483.15	238.74	839.48	1535.32	5096.69	**C8R4U7D3**	3280.75	479.72	2965.36	1177.39	7903.23	**C9R7U1D2**	3648.23	833.15	425.91	772.95	5680.23	**C10R6U2D6**	4083.72	714.47	827.82	2350.73	7976.75
C6R2U2D5	2489.53	236.89	846.96	1962.38	5535.76	**C8R4U7D4**	3210.70	475.90	2947.21	1527.38	8161.19	**C9R7U1D3**	3662.90	827.00	432.48	1175.61	6097.99	**C10R6U2D7**	3992.87	715.89	845.59	2731.40	8285.75
C6R2U2D6	2488.63	239.48	842.83	2328.20	5899.13	**C8R4U7D5**	3272.76	477.53	2938.68	1934.01	8622.96	**C9R7U1D4**	3602.93	825.51	418.34	1556.52	6403.30	**C10R6U2D8**	3746.74	714.75	842.65	3111.70	8415.84
C6R2U3D1	2463.26	235.84	1282.16	384.49	4365.76	**C8R4U7D6**	3259.37	480.46	2971.28	2321.29	9032.40	**C9R7U1D5**	3594.45	821.61	429.86	1947.60	6793.52	**C10R6U2D9**	3997.64	710.69	828.90	3491.61	9028.84
C6R2U3D2	2493.76	240.42	1276.34	779.66	4790.18	**C8R4U7D7**	3250.03	477.48	2951.05	2708.36	9386.92	**C9R7U1D6**	3607.64	822.36	426.64	2338.69	7195.32	**C10R6U2D10**	3992.53	714.59	838.92	3874.98	9421.02
C6R2U3D3	2441.87	236.67	1260.72	1157.81	5097.07	**C8R4U7D8**	3231.11	478.30	2954.99	3101.33	9765.73	**C9R7U1D7**	3585.19	821.68	422.55	2697.72	7527.14	**C10R6U3D1**	3979.95	715.30	1265.91	389.60	6350.80
C6R2U3D4	2492.50	240.75	1266.15	1567.27	5566.66	**C8R4U8D1**	3271.12	475.07	3369.01	401.35	7516.55	**C9R7U1D8**	3622.44	823.92	418.40	3116.53	7981.29	**C10R6U3D2**	3995.07	723.26	1272.57	780.17	6771.07
C6R2U3D5	2486.69	238.06	1278.19	1927.41	5930.35	**C8R4U8D2**	3264.30	477.09	3357.88	787.54	7886.82	**C9R7U1D9**	3587.13	822.20	417.47	3466.45	8293.25	**C10R6U3D3**	3982.73	714.93	1235.42	1165.74	7098.82
C6R2U3D6	2394.40	234.41	1256.19	2326.21	6211.20	**C8R4U8D3**	3217.16	476.33	3363.48	1160.81	8217.78	**C9R7U2D1**	3624.18	822.18	849.68	390.61	5686.63	**C10R6U3D4**	4047.90	715.49	1261.69	1570.65	7595.71
C6R2U4D1	2412.41	235.22	1686.67	389.50	4723.79	**C8R4U8D4**	3206.01	477.20	3376.63	1563.17	8623.01	**C9R7U2D2**	3575.17	823.14	838.59	772.47	6009.37	**C10R6U3D5**	3991.94	713.04	1262.60	1954.99	7922.57
C6R2U4D2	2403.14	233.80	1660.07	762.30	5059.31	**C8R4U8D5**	3190.02	478.46	3374.34	1941.75	8984.57	**C9R7U2D3**	3604.57	824.07	844.06	1178.62	6451.32	**C10R6U3D6**	4074.42	715.58	1262.24	2308.70	8360.94
C6R2U4D3	2394.97	237.86	1680.12	1160.72	5473.66	**C8R4U8D6**	3228.26	476.88	3357.63	2335.29	9398.06	**C9R7U2D4**	3597.06	821.49	833.29	1555.78	6807.63	**C10R6U3D7**	4061.54	715.98	1261.97	2710.21	8749.70
C6R2U4D4	2487.80	238.42	1676.17	1564.42	5966.81	**C8R4U8D7**	3269.73	473.92	3376.37	2687.02	9807.04	**C9R7U2D5**	3610.73	821.57	839.02	1922.01	7193.34	**C10R6U3D8**	3976.78	713.90	1259.64	3126.29	9076.60
C6R2U4D5	2463.88	237.57	1677.48	1916.92	6295.84	**C8R4U8D8**	3300.25	476.28	3390.90	3094.86	10262.29	**C9R7U2D6**	3572.95	823.12	815.04	2329.57	7540.68	**C10R6U3D9**	4026.83	716.18	1264.18	3519.16	9526.35
C6R2U4D6	2441.19	239.14	1687.05	2354.10	6721.48	**C8R5U1D1**	3289.24	596.65	420.75	400.43	4707.06	**C9R7U2D7**	3691.68	837.01	841.00	2726.55	8096.24	**C10R6U3D10**	4051.15	712.63	1234.58	3841.34	9839.69
C6R2U5D1	2486.59	240.16	2111.66	400.92	5239.34	**C8R5U1D2**	3248.99	592.78	426.47	782.33	5050.57	**C9R7U2D8**	3600.48	833.64	857.74	3126.13	8418.00	**C10R6U4D1**	3989.26	714.79	1663.51	387.49	6755.05
C6R2U5D2	2485.83	237.31	2109.14	769.11	5601.39	**C8R5U1D3**	3232.18	592.98	425.48	1166.19	5416.83	**C9R7U2D9**	3631.75	840.03	849.02	3492.61	8813.41	**C10R6U4D2**	3997.03	720.29	1684.29	786.79	7188.40
C6R2U5D3	2424.53	237.71	2142.40	1175.14	5979.77	**C8R5U1D4**	3282.24	591.51	417.29	1557.50	5848.54	**C9R7U3D1**	3599.48	832.17	1245.76	389.27	6066.67	**C10R6U4D3**	4063.22	714.78	1677.75	1170.47	7626.22
C6R2U5D4	2501.41	237.34	2082.78	1557.89	6379.43	**C8R5U1D5**	3197.87	587.55	396.00	1933.51	6114.93	**C9R7U3D2**	3619.31	836.17	1249.02	776.54	6481.05	**C10R6U4D4**	3998.06	714.44	1657.88	1556.45	7926.82
C6R2U5D5	2403.45	236.10	2067.95	1945.57	6653.07	**C8R5U1D6**	3200.53	587.44	406.94	2332.82	6527.72	**C9R7U3D3**	3641.51	839.31	1277.08	1165.28	6923.18	**C10R6U4D5**	4027.84	712.17	1669.20	1938.59	8347.80
C6R2U5D6	2375.33	234.25	2080.47	2329.75	7019.79	**C8R5U1D7**	3205.49	586.69	394.98	2731.32	6918.47	**C9R7U3D4**	3605.88	840.98	1263.97	1561.79	7272.62	**C10R6U4D6**	4031.34	717.97	1659.55	2343.68	8752.53
C6R2U6D1	2466.57	237.66	2544.24	372.31	5620.79	**C8R5U1D8**	3242.03	588.93	414.91	3122.97	7368.84	**C9R7U3D5**	3630.60	834.82	1260.95	1934.01	7660.37	**C10R6U4D7**	4000.85	711.08	1680.46	2734.03	9126.41
C6R2U6D2	2426.37	239.94	2539.68	790.05	5996.05	**C8R5U2D1**	3186.20	584.46	835.28	388.16	4994.10	**C9R7U3D6**	3656.46	839.60	1276.76	2342.68	8115.50	**C10R6U4D8**	4030.33	714.48	1665.66	3104.85	9515.32
C6R2U6D3	2254.40	244.09	2505.93	1163.48	6167.89	**C8R5U2D2**	3212.47	587.70	818.24	771.88	5390.29	**C9R7U3D7**	3585.03	833.75	1261.14	2713.77	8393.70	**C10R6U4D9**	3989.82	717.74	1668.39	3469.24	9845.18
C6R2U6D4	2471.05	239.17	2531.96	1559.91	6802.13	**C8R5U2D3**	3176.24	586.71	839.92	1159.05	5761.93	**C9R7U3D8**	3663.92	837.38	1252.61	3140.76	8894.67	**C10R6U4D10**	4015.04	715.51	1689.66	3873.24	10293.44
C6R2U6D5	2414.94	238.83	2534.68	1931.90	7120.35	**C8R5U2D4**	3185.70	586.82	841.54	1543.74	6157.80	**C9R7U3D9**	3602.67	834.48	1256.87	3504.32	9198.34	**C10R6U5D1**	4022.51	718.95	2296.11	391.00	7428.56
C6R2U6D6	2487.98	236.59	2530.60	2323.94	7579.11	**C8R5U2D5**	3225.46	593.21	846.57	1922.71	6587.95	**C9R7U4D1**	3660.97	832.99	1687.66	391.58	6573.19	**C10R6U5D2**	3996.04	711.90	2096.12	777.87	7581.93
C6R3U1D1	2475.96	358.52	422.29	389.38	3646.16	**C8R5U2D6**	3265.57	593.21	851.92	2324.66	7035.36	**C9R7U4D2**	3692.10	833.91	1687.86	771.08	6984.95	**C10R6U5D3**	3999.99	716.01	2089.53	1174.77	7980.30
C6R3U1D2	2482.21	355.05	419.35	762.19	4018.80	**C8R5U2D7**	3228.71	596.86	826.40	2727.41	7379.39	**C9R7U4D3**	3643.26	833.80	1670.38	1172.47	7319.91	**C10R6U5D4**	4044.33	713.92	2106.81	1542.88	8407.94
C6R3U1D3	2453.96	359.22	420.55	1165.25	4398.97	**C8R5U2D8**	3307.29	596.70	839.89	3125.21	7869.09	**C9R7U4D4**	3726.37	838.26	1682.28	1549.91	7796.83	**C10R6U5D5**	4022.55	714.89	2085.69	1939.75	8762.88
C6R3U1D4	2438.47	355.96	428.07	1549.43	4771.93	**C8R5U3D1**	3232.83	595.66	1268.16	364.06	5460.70	**C9R7U4D5**	3632.66	833.58	1693.45	1923.71	8083.41	**C10R6U5D6**	4015.01	714.37	2086.29	2331.04	9146.71
C6R3U1D5	2462.53	359.16	421.70	1961.95	5205.35	**C8R5U3D2**	3274.54	596.14	1259.78	773.59	5904.05	**C9R7U4D6**	3708.40	837.41	1689.69	2359.15	8594.64	**C10R6U5D7**	4025.54	713.94	2111.48	2714.93	9565.90
C6R3U1D6	2489.19	358.45	429.81	2333.06	5610.51	**C8R5U3D3**	3235.53	596.83	1263.74	1175.75	6271.85	**C9R7U4D7**	3653.02	835.41	1663.54	2740.33	8892.30	**C10R6U5D8**	4012.88	718.63	2119.97	3098.60	9950.08
C6R3U2D1	2406.48	359.09	858.93	386.32	4010.82	**C8R5U3D4**	3239.74	596.86	1257.42	1544.00	6638.02	**C9R7U4D8**	3657.18	833.23	1689.39	3108.03	9287.84	**C10R6U5D9**	3996.41	715.09	2097.19	3503.85	10312.55
C6R3U2D2	2485.33	357.55	853.20	783.45	4479.52	**C8R5U3D5**	3254.19	597.74	1279.74	1933.75	7065.42	**C9R7U4D9**	3623.95	835.38	1699.94	3507.51	9666.78	**C10R6U5D10**	4031.75	715.64	2109.74	3882.12	10739.25
C6R3U2D3	2534.54	360.76	844.34	1173.45	4913.09	**C8R5U3D6**	3211.67	595.38	1256.71	2346.98	7410.73	**C9R7U5D1**	3601.65	838.04	1741.81	324.70	6506.25	**C10R6U6D1**	4025.19	716.60	2534.69	387.27	7663.75
C6R3U2D4	2487.30	358.12	839.09	1545.33	5229.84	**C8R5U3D7**	3253.87	593.41	1274.60	2687.54	7809.42	**C9R7U5D2**	2940.87	850.33	1796.96	683.45	6271.61	**C10R6U6D2**	4009.41	714.22	2504.89	782.29	8010.81
C6R3U2D5	2455.03	357.67	858.61	1949.96	5621.27	**C8R5U3D8**	3285.39	596.94	1244.22	3114.08	8240.63	**C9R7U5D3**	3551.55	821.45	2064.54	1170.63	7608.18	**C10R6U6D3**	3983.36	717.39	2530.51	1175.97	8407.25
C6R3U2D6	2523.23	357.81	828.89	2328.21	6038.14	**C8R5U4D1**	3187.15	598.51	1683.94	394.29	5863.89	**C9R7U5D4**	3569.58	822.89	2118.18	1543.64	8054.30	**C10R6U6D4**	3966.34	715.98	2485.32	1572.35	8739.98
C6R3U3D1	2472.65	358.76	1268.23	398.44	4498.08	**C8R5U4D2**	3274.93	597.70	1707.79	788.26	6368.67	**C9R7U5D5**	3549.56	822.03	2066.06	1950.34	8387.98	**C10R6U6D5**	4005.10	730.86	2518.50	1925.80	9180.26
C6R3U3D2	2477.66	358.49	1286.11	779.26	4901.53	**C8R5U4D3**	3265.37	596.40	1685.98	1170.40	6718.15	**C9R7U5D6**	3568.04	821.69	2081.67	2323.82	8795.23	**C10R6U6D6**	3954.14	705.85	2483.98	2297.44	9441.40
C6R3U3D3	2485.40	358.44	1264.10	1149.62	5257.56	**C8R5U4D4**	3221.13	594.32	1698.85	1566.15	7080.46	**C9R7U5D7**	3587.13	821.34	2064.76	2741.85	9215.08	**C10R6U6D7**	3909.89	704.89	2470.35	2708.13	9793.26
C6R3U3D4	2439.77	356.73	1272.82	1572.10	5641.42	**C8R5U4D5**	3192.36	595.35	1689.54	1926.10	7403.36	**C9R7U5D8**	3578.36	824.21	2090.36	3129.21	9622.14	**C10R6U6D8**	3930.45	704.24	2502.41	3106.10	10243.21
C6R3U3D5	2446.84	356.37	1242.02	1955.82	6001.05	**C8R5U4D6**	3244.44	594.02	1692.88	2341.19	7872.54	**C9R7U5D9**	3603.46	820.72	2108.33	3507.77	10040.27	**C10R6U6D9**	3944.65	704.66	2488.75	3495.49	10633.55
C6R3U3D6	2496.07	356.64	1286.60	2344.16	6483.54	**C8R5U4D7**	3230.39	597.13	1660.55	2736.90	8224.97	**C9R7U6D1**	3563.38	824.85	2493.00	386.32	7267.56	**C10R6U6D10**	4028.88	717.47	2506.10	3892.79	11145.23
C6R3U4D1	2445.47	358.53	1682.91	391.57	4878.48	**C8R5U4D8**	3273.19	596.56	1679.75	3091.81	8641.30	**C9R7U6D2**	3590.55	819.94	2484.06	772.67	7667.27	**C10R6U7D1**	4024.64	714.75	2926.24	401.24	8066.88
C6R3U4D2	2534.61	355.82	1681.83	791.25	5363.52	**C8R5U5D1**	3198.38	592.57	2083.38	388.41	6262.73	**C9R7U6D3**	3679.03	831.11	2485.68	1180.42	8176.24	**C10R6U7D2**	4061.74	715.96	2806.40	657.96	8242.06
C6R3U4D3	2468.20	356.64	1697.16	1149.59	5671.58	**C8R5U5D2**	3202.69	587.93	2070.32	686.88	6547.82	**C9R7U6D4**	3612.89	823.95	2493.64	1549.74	8480.21	**C10R6U7D3**	3932.93	704.34	2902.57	1171.15	8710.99
C6R3U4D4	2456.69	355.84	1697.38	1568.23	6078.14	**C8R5U5D3**	3219.12	585.95	2066.33	1170.07	7041.47	**C9R7U6D5**	3597.40	822.84	2480.60	1954.94	8855.79	**C10R6U7D4**	3898.73	705.62	2914.21	1554.39	9072.95
C6R3U4D5	2496.80	359.19	1679.95	1938.17	6474.11	**C8R5U5D4**	3251.11	587.38	2097.31	1558.59	7494.39	**C9R7U6D6**	3579.15	822.88	2504.99	2358.18	9265.19	**C10R6U7D5**	3975.81	717.53	2930.15	1941.10	9564.66
C6R3U4D6	2494.70	357.82	1692.83	2334.85	6880.21	**C8R5U5D5**	3245.35	589.35	2128.31	1968.63	7931.64	**C9R7U6D7**	3594.74	824.80	2524.77	2718.92	9663.23	**C10R6U7D6**	3982.19	714.77	2933.60	2333.06	9963.61
C6R3U5D1	2455.41	357.57	2089.44	389.16	5291.58	**C8R5U5D6**	3203.89	586.64	2087.24	2308.00	8185.77	**C9R7U6D8**	3678.70	847.83	2529.01	3091.75	10147.30	**C10R6U7D7**	4004.89	715.28	2921.14	2700.30	10341.61
C6R3U5D2	2471.53	356.57	2111.89	782.94	5722.93	**C8R5U5D7**	3227.02	586.65	2051.09	2709.47	8574.24	**C9R7U6D9**	3615.60	833.38	2505.11	3488.51	10442.60	**C10R6U7D8**	4004.45	714.72	2933.72	3061.43	10714.33
C6R3U5D3	2482.63	360.45	2109.75	1158.98	6111.84	**C8R5U5D8**	3120.46	587.71	2096.55	3114.82	8919.55	**C9R7U7D1**	3666.76	835.26	2953.09	387.65	7842.76	**C10R6U7D9**	4028.53	716.96	2933.49	3474.50	11153.47
C6R3U5D4	2474.11	356.36	2110.10	1553.07	6493.64	**C8R5U6D1**	3173.97	586.42	2496.89	386.54	6643.82	**C9R7U7D2**	3678.73	833.92	2962.66	779.00	8254.31	**C10R6U7D10**	4044.17	715.50	2954.39	3865.87	11579.92
C6R3U5D5	2511.14	356.08	2100.84	1956.98	6925.04	**C8R5U6D2**	3204.01	586.52	2485.52	777.22	7053.27	**C9R7U7D3**	3620.95	837.14	2952.72	1169.60	8580.45	**C10R6U8D1**	4040.84	719.32	3374.78	368.70	8503.63
C6R3U5D6	2467.26	358.29	2088.35	2335.50	7249.44	**C8R5U6D3**	3207.96	588.54	2497.08	1159.79	7453.38	**C9R7U7D4**	3692.35	832.32	2931.01	1553.36	9009.05	**C10R6U8D2**	3969.80	705.65	3349.78	768.42	8793.65
C6R3U6D1	2445.34	357.04	2533.81	401.20	5737.40	**C8R5U6D4**	2532.01	610.08	2045.48	1329.77	6517.35	**C9R7U7D5**	3647.85	839.05	2953.01	1939.33	9379.23	**C10R6U8D3**	3981.46	715.85	3339.16	1161.39	9197.86
C6R3U6D2	2448.10	357.47	2542.54	780.07	6128.18	**C8R5U6D5**	2778.28	599.87	2528.74	1947.28	7854.18	**C9R7U7D6**	3668.91	835.49	2936.28	2330.61	9771.29	**C10R6U8D4**	4056.14	712.48	3361.53	1545.34	9675.49
C6R3U6D3	2524.79	359.67	2569.08	1182.34	6635.88	**C8R5U6D6**	3226.26	595.43	2516.56	2313.73	8651.97	**C9R7U7D7**	3632.65	835.17	2950.47	2759.69	10177.98	**C10R6U8D5**	4040.41	715.87	3365.75	1915.59	10037.63
C6R3U6D4	2506.49	356.98	2507.67	1563.40	6934.53	**C8R5U6D7**	3211.22	598.51	2523.61	2728.59	9061.93	**C9R7U7D8**	3647.09	832.25	2929.28	3107.84	10516.45	**C10R6U8D6**	4070.82	716.16	3348.64	2309.21	10444.84
C6R3U6D5	2482.83	356.45	2525.34	1964.35	7328.97	**C8R5U6D8**	3202.96	593.80	2536.98	3110.96	9444.71	**C9R7U7D9**	3650.98	834.40	2931.03	3547.21	10963.62	**C10R6U8D7**	4103.01	716.07	3365.25	2698.19	10882.52
C6R3U6D6	2460.59	358.16	2547.79	2355.09	7721.61	**C8R5U7D1**	3234.89	598.39	2964.92	395.96	7194.16	**C9R7U8D1**	3623.29	835.17	3351.89	399.62	8209.98	**C10R6U8D8**	4087.07	716.77	3369.00	3079.85	11252.69
C6R4U1D1	2490.53	478.74	424.64	386.12	3780.04	**C8R5U7D2**	3268.15	599.04	2946.39	776.11	7589.69	**C9R7U8D2**	3665.41	837.06	3376.51	774.48	8653.45	**C10R6U8D9**	4027.16	715.35	3350.05	3493.36	11585.92
C6R4U1D2	2445.20	474.45	423.06	777.60	4120.31	**C8R5U7D3**	3218.35	597.47	2913.72	1185.74	7915.27	**C9R7U8D3**	3640.90	835.80	3372.79	1186.30	9035.80	**C10R6U8D10**	4019.77	712.14	3349.46	3892.09	11973.46
C6R4U1D3	2470.64	476.07	421.58	1176.64	4544.94	**C8R5U7D4**	3216.78	597.63	2923.40	1574.49	8312.32	**C9R7U8D4**	3606.34	835.80	3354.60	1554.81	9351.55	**C10R6U9D1**	3990.92	715.83	3776.29	382.52	8865.56
C6R4U1D4	2473.17	474.59	425.63	1561.69	4935.09	**C8R5U7D5**	3274.76	598.51	2943.96	1923.90	8741.13	**C9R7U8D5**	3681.42	837.18	3375.12	1935.92	9829.64	**C10R6U9D2**	3996.26	717.35	3763.47	788.61	9265.69
C6R4U1D5	2473.30	478.39	424.63	1925.57	5301.90	**C8R5U7D6**	3249.65	597.63	2939.69	2325.31	9112.28	**C9R7U8D6**	3606.16	832.16	3369.39	2351.74	10159.45	**C10R6U9D3**	4002.44	714.09	3784.02	1166.14	9666.69
C6R4U1D6	2496.32	474.18	419.70	2336.13	5726.33	**C8R5U7D7**	3228.44	591.43	2916.89	2702.85	9439.61	**C9R7U8D7**	3643.55	835.74	3350.41	2752.47	10582.17	**C10R6U9D4**	4006.36	715.02	3788.57	1550.84	10060.78
C6R4U2D1	2472.06	477.32	848.50	386.30	4184.25	**C8R5U7D8**	3186.73	587.14	2921.41	3096.57	9791.85	**C9R7U8D8**	3654.64	835.12	3349.34	3118.41	10957.51	**C10R6U9D5**	4008.67	718.00	3808.24	1947.84	10482.75
C6R4U2D2	2452.05	474.14	845.17	793.77	4565.12	**C8R5U8D1**	3189.84	595.89	3400.03	391.57	7577.33	**C9R7U8D9**	3619.28	836.38	3354.36	3502.89	11312.91	**C10R6U9D6**	4019.93	718.08	3790.59	2361.54	10890.14
C6R4U2D3	2482.17	477.44	842.39	1161.36	4963.37	**C8R5U8D2**	2623.32	604.55	2738.80	647.05	6613.71	**C9R7U9D1**	3660.47	831.23	3783.56	404.81	8680.07	**C10R6U9D7**	4033.67	718.05	3770.26	2719.00	11240.97
C6R4U2D4	2459.91	476.23	839.98	1534.20	5310.33	**C8R5U8D3**	2653.72	598.44	3374.52	1171.21	7797.89	**C9R7U9D2**	3680.58	835.24	3784.87	789.90	9090.58	**C10R6U9D8**	3992.30	714.70	3771.86	3140.17	11619.04
C6R4U2D5	2424.51	476.86	853.98	1948.67	5704.01	**C8R5U8D4**	3231.05	595.00	3365.76	1566.97	8758.77	**C9R7U9D3**	3637.28	834.83	3790.39	1156.93	9419.43	**C10R6U9D9**	4029.87	715.72	3771.55	3517.37	12034.51
C6R4U2D6	2478.00	477.56	837.98	2334.29	6127.83	**C8R5U8D5**	3205.39	597.39	3362.01	1956.07	9120.86	**C9R7U9D4**	3646.07	833.47	3794.90	1539.25	9813.69	**C10R6U9D10**	3985.62	713.66	3768.40	3870.16	12337.85
C6R4U3D1	2546.41	476.40	1287.74	368.98	4679.54	**C8R5U8D6**	3270.27	597.70	3396.28	2312.36	9576.60	**C9R7U9D5**	3606.96	833.33	3795.33	1950.21	10185.83	**C10R6U10D1**	4060.63	717.39	4194.93	385.22	9358.16
C6R4U3D2	2452.02	476.30	1271.32	790.17	4989.81	**C8R5U8D7**	3207.55	595.00	3369.47	2731.44	9903.45	**C9R7U9D6**	3707.27	836.92	3826.42	2332.84	10703.44	**C10R6U10D2**	4035.41	717.89	4212.80	772.11	9738.21
C6R4U3D3	2503.52	477.81	1252.78	1311.31	5407.42	**C8R5U8D8**	3190.12	593.04	3353.38	3106.19	10242.73	**C9R7U9D7**	3625.33	833.37	3773.61	2750.29	10982.60	**C10R6U10D3**	3999.60	713.04	4150.72	1181.83	10045.19
C6R4U3D4	2455.38	474.31	1276.54	1555.67	5761.91	**C8R6U1D1**	3220.44	717.08	422.03	379.94	4739.47	**C9R7U9D8**	3650.28	832.04	3775.96	3134.11	11392.38	**C10R6U10D4**	4014.81	715.83	4160.48	1572.58	10463.70
C6R4U3D5	2473.99	486.76	1277.74	1955.23	6193.71	**C8R6U1D2**	3260.17	714.53	422.40	757.03	5154.13	**C9R7U9D9**	3633.64	834.61	3774.22	3299.87	11542.34	**C10R6U10D5**	3996.14	716.79	4209.43	1940.79	10863.14
C6R4U3D6	2550.24	474.19	1257.14	2339.04	6620.61	**C8R6U1D3**	3226.60	719.28	415.81	1149.76	5511.45	**C9R8U1D1**	3604.03	955.51	421.22	390.02	5370.78	**C10R6U10D6**	4009.48	717.30	4204.25	2314.31	11245.33
C6R4U4D1	2473.89	477.41	1667.89	385.67	5004.86	**C8R6U1D4**	3200.03	713.96	425.85	1558.61	5898.46	**C9R8U1D2**	3654.32	954.21	420.86	771.58	5800.96	**C10R6U10D7**	4088.05	718.35	4181.31	2669.92	11657.63
C6R4U4D2	2464.22	475.56	1697.42	785.94	5423.14	**C8R6U1D5**	3217.71	715.15	424.15	1941.35	6298.36	**C9R8U1D3**	3676.53	954.60	423.99	1166.22	6221.34	**C10R6U10D8**	4045.95	716.07	4229.74	3138.71	12130.47
C6R4U4D3	2470.81	480.90	1685.24	1181.40	5818.35	**C8R6U1D6**	3199.64	712.84	423.80	2315.46	6651.73	**C9R8U1D4**	3704.07	962.77	427.12	1557.28	6651.23	**C10R6U10D9**	4023.21	714.14	4164.75	3433.63	12335.73
C6R4U4D4	2464.54	477.37	1670.88	1563.46	6176.25	**C8R6U1D7**	3237.21	713.38	424.02	2711.47	7086.09	**C9R8U1D5**	3638.95	954.54	426.82	1937.18	6957.49	**C10R6U10D10**	4060.51	716.20	4181.76	3873.21	12831.68
C6R4U4D5	2481.59	475.13	1693.47	1927.03	6577.22	**C8R6U1D8**	3212.78	716.97	428.32	3092.84	7450.92	**C9R8U1D6**	3675.06	951.14	414.67	2318.84	7359.72	**C10R7U1D1**	4064.28	830.74	421.87	387.05	5703.93
C6R4U4D6	2442.99	477.46	1692.91	2329.54	6942.90	**C8R6U2D1**	3223.62	717.76	840.92	386.62	5168.93	**C9R8U1D7**	3659.07	953.05	422.01	2726.21	7760.34	**C10R7U1D2**	3685.41	833.89	424.99	775.40	5719.68
C6R4U5D1	2468.02	476.12	2116.47	387.63	5448.24

C6R5U1D1	2421.48	588.60	409.30	390.97	3810.35	C8R6U3D6	3215.40	716.79	1260.21	2313.33	7505.71	C9R8U3D2	3633.35	957.49	1258.09	783.72	6632.65	C10R7U2D5	4054.28	831.08	837.93	1918.23	7641.52
C6R5U1D2	2398.36	585.28	421.17	779.91	4184.73	C8R6U3D7	3252.29	714.84	1096.67	2629.68	7693.48	C9R8U3D3	3604.24	951.29	1264.03	1164.15	6983.72	C10R7U2D6	4064.74	834.25	829.85	2319.09	8047.98
C6R5U1D3	2440.38	586.46	415.56	1172.47	4614.86	C8R6U3D8	3213.07	717.39	1263.19	3095.33	8288.98	C9R8U3D4	3682.90	953.37	1275.91	1565.30	7477.47	C10R7U2D7	4022.24	833.18	839.12	2685.54	8380.08
C6R5U1D4	2386.85	586.91	417.44	1554.60	4945.80	C8R6U4D1	3259.96	717.40	1663.91	386.78	6028.04	C9R8U3D5	3705.91	954.01	1252.17	1932.17	7844.26	C10R7U2D8	4031.29	831.48	843.21	3093.17	8799.16
C6R5U1D5	2403.60	586.83	421.34	1929.39	5341.16	C8R6U4D2	3183.56	715.10	1658.29	776.39	6333.33	C9R8U3D6	3680.29	952.27	1259.71	2335.90	8228.17	C10R7U2D9	4092.29	834.95	837.16	3504.27	9268.67
C6R5U1D6	2400.92	590.07	421.87	2340.61	5753.47	C8R6U4D3	3243.17	716.06	1643.25	1165.27	6767.75	C9R8U3D7	3663.87	957.99	1265.60	2731.88	8619.34	C10R7U2D10	4056.05	833.24	813.45	3856.41	9559.15
C6R5U2D1	2414.33	588.82	834.41	388.78	4226.35	C8R6U4D4	3204.72	714.55	1666.98	1583.96	7170.21	C9R8U3D8	3680.46	949.24	1249.55	3079.01	8958.27	C10R7U3D1	4056.00	830.87	1243.31	395.56	6525.73
C6R5U2D2	2403.92	586.70	834.58	786.88	4612.08	C8R6U4D5	3174.08	718.50	1675.70	1931.91	7500.19	C9R8U3D9	3672.46	956.19	1259.39	3518.57	9406.60	C10R7U3D2	4028.48	838.21	1262.61	767.66	6896.96
C6R5U2D3	2420.80	589.33	840.84	1154.10	5005.07	C8R6U4D6	3243.14	707.96	1665.32	2317.04	7933.46	C9R8U4D1	3665.49	956.09	1685.77	390.54	6697.89	C10R7U3D3	4088.24	823.15	1241.59	1153.09	7306.06
C6R5U2D4	2384.38	586.76	829.47	1533.23	5333.86	C8R6U4D7	3167.47	705.82	1663.71	2689.27	8226.28	C9R8U4D2	3697.39	955.19	1687.70	787.61	7127.89	C10R7U3D4	4038.03	830.97	1239.44	1548.59	7657.03
C6R5U2D5	2372.30	586.72	835.15	1963.72	5757.88	C8R6U4D8	3202.37	705.46	1648.45	3066.53	8622.81	C9R8U4D3	3640.54	956.15	1684.25	1154.92	7435.86	C10R7U3D5	4064.64	832.94	1260.96	1931.17	8089.71
C6R5U2D6	2426.82	588.50	832.59	2335.01	6182.93	C8R6U5D1	3173.23	704.75	2084.04	382.84	6344.86	C9R8U4D4	3677.85	954.16	1691.35	1557.11	7880.51	C10R7U3D6	4062.41	833.48	1235.33	2332.75	8463.97
C6R5U3D1	2406.52	586.15	1223.46	394.07	4610.19	C8R6U5D2	3192.35	704.91	2076.85	756.29	6730.41	C9R8U4D5	3622.56	950.70	1692.69	1945.02	8210.96	C10R7U3D7	4013.15	835.23	1249.37	2691.60	8789.35
C6R5U3D2	2371.59	585.97	1243.09	770.81	4971.46	C8R6U5D3	3157.55	705.30	2074.66	1127.68	7065.19	C9R8U4D6	3659.14	954.94	1691.51	2349.28	8654.88	C10R7U3D8	4061.11	835.64	1257.94	3063.71	9218.40
C6R5U3D3	2417.75	586.05	1232.13	1170.95	5406.88	C8R6U5D4	3179.21	703.71	2083.64	1538.42	7504.98	C9R8U4D7	3639.03	951.19	1692.69	2735.98	9018.89	C10R7U3D9	4045.77	829.11	1241.77	3489.17	9605.81
C6R5U3D4	2400.95	586.30	1260.12	1544.94	5792.38	C8R6U5D5	3203.33	727.07	2066.26	1933.43	7930.09	C9R8U4D8	3683.24	966.13	1678.90	3113.10	9441.37	C10R7U3D10	4034.24	835.40	1256.56	3868.19	9994.39
C6R5U3D5	2394.71	585.98	1252.45	1946.85	6179.99	C8R6U5D6	3162.51	705.50	2068.82	2284.98	8221.81	C9R8U4D9	3675.33	951.18	1681.38	3491.78	9799.67	C10R7U4D1	4029.69	831.95	1682.39	376.98	6921.01
C6R5U3D6	2508.92	597.83	1264.99	2353.19	6724.92	C8R6U5D7	3139.04	706.64	2069.51	2691.06	8606.26	C9R8U5D1	3654.42	950.22	2088.92	401.24	7094.81	C10R7U4D2	3997.37	834.56	1671.45	770.48	7273.90
C6R5U4D1	2461.49	600.69	1687.58	399.62	5149.38	C8R6U5D8	3206.02	705.71	2076.52	3092.24	9080.50	C9R8U5D2	3625.02	955.62	2110.84	774.95	7466.42	C10R7U4D3	4016.38	833.90	1694.44	1156.58	7701.30
C6R5U4D2	2433.85	593.15	1665.40	791.92	5484.31	C8R6U6D1	3152.86	703.36	2468.99	385.19	6710.41	C9R8U5D3	3640.45	954.31	2106.62	1180.46	7881.84	C10R7U4D4	4038.80	820.62	1643.96	1546.00	8049.38
C6R5U4D3	2450.64	596.35	1690.35	1170.35	5907.69	C8R6U6D2	3201.59	703.57	2498.76	781.01	7184.93	C9R8U5D4	3664.52	957.04	2094.17	1564.00	8279.73	C10R7U4D5	3978.44	821.87	1658.00	1934.84	8393.14
C6R5U4D4	2453.95	597.18	1702.50	1558.10	6311.72	C8R6U6D3	3203.79	707.15	2503.39	1161.89	7576.21	C9R8U5D5	3629.21	953.76	2084.44	1945.09	8612.51	C10R7U4D6	3952.22	823.29	1647.34	2330.11	8752.96
C6R5U4D5	2491.34	596.80	1707.43	1951.41	6746.98	C8R6U6D4	3183.87	704.46	2473.49	1539.94	7901.76	C9R8U5D6	3452.42	959.22	2084.85	2316.14	8812.63	C10R7U4D7	3960.70	820.66	1660.05	2684.16	9125.56
C6R5U4D6	2457.87	592.66	1687.33	2339.68	7077.55	C8R6U6D5	3225.79	713.20	2504.95	1948.03	8391.97	C9R8U5D7	3609.53	953.53	2093.75	2735.75	9392.56	C10R7U4D8	3930.17	823.33	1652.33	3091.16	9497.00
C6R5U5D1	2490.19	597.72	2104.46	394.86	5587.23	C8R6U6D6	3249.65	720.75	2530.19	2337.61	8838.21	C9R8U5D8	3670.42	954.58	2083.46	3087.00	9795.46	C10R7U4D9	3987.20	823.31	1657.13	3483.40	9951.03
C6R5U5D2	2456.12	597.17	2085.13	787.96	5926.38	C8R6U6D7	3246.70	713.43	2499.99	2744.31	9204.43	C9R8U5D9	3656.07	951.35	2121.25	3503.70	10232.37	C10R7U4D10	4092.15	836.41	1673.20	3842.91	10444.67
C6R5U5D3	2470.39	594.39	2137.81	1174.27	6376.86	C8R6U6D8	3296.83	717.44	2518.27	3098.06	9630.60	C9R8U6D1	3599.59	951.11	2536.69	387.14	7474.52	C10R7U5D1	4089.07	832.06	2106.42	383.21	7410.76
C6R5U5D4	2435.21	586.69	2093.03	1552.21	6667.15	C8R6U7D1	3215.34	717.93	2908.45	381.53	7223.26	C9R8U6D2	3645.24	953.23	2508.07	781.13	7887.67	C10R7U5D2	4053.92	831.70	2094.55	758.00	7738.17
C6R5U5D5	2444.13	595.42	2132.88	1935.49	7107.91	C8R6U7D2	3234.38	715.58	2930.18	794.04	7674.18	C9R8U6D3	3669.23	952.13	2533.02	1172.51	8326.89	C10R7U5D3	4101.95	834.44	2094.34	1170.67	8201.41
C6R5U5D6	2462.29	596.03	2108.98	2313.62	7480.93	C8R6U7D3	3186.10	711.15	2947.55	1167.18	8011.97	C9R8U6D4	3617.27	952.56	2497.34	1587.26	8654.43	C10R7U5D4	4050.22	830.50	2076.80	1565.16	8522.67
C6R5U6D1	2437.22	595.30	2530.26	385.64	5948.49	C8R6U7D4	3218.21	716.30	2930.24	1542.30	8407.05	C9R8U6D5	3655.22	952.64	2527.14	1937.95	9072.95	C10R7U5D5	3967.41	893.86	1693.12	1668.05	8222.44
C6R5U6D2	2457.60	600.55	2527.60	777.73	6363.48	C8R6U7D5	3250.01	713.06	2914.46	1928.80	8806.33	C9R8U6D6	3711.45	953.61	2538.97	2295.75	9499.82	C10R7U5D6	4005.54	836.99	2069.81	2279.32	9191.67
C6R5U6D3	2492.84	594.12	2523.25	1185.66	6795.87	C8R6U7D6	3174.58	706.58	2906.81	2334.70	9122.68	C9R8U6D7	3597.19	956.30	2519.77	2753.82	9827.09	C10R7U5D7	4009.54	834.18	2080.15	2694.18	9618.05
C6R5U6D4	2449.66	596.70	2499.89	1571.70	7117.95	C8R6U7D7	3210.50	706.37	2927.39	2719.92	9564.17	C9R8U6D8	3679.46	947.33	2498.93	3139.58	10265.30	C10R7U5D8	3635.17	834.85	2114.66	3102.83	9687.52
C6R5U6D5	2481.12	592.81	2505.09	1956.11	7535.14	C8R6U7D8	3166.32	703.00	2902.47	3089.93	9861.73	C9R8U6D9	3632.57	949.29	2500.10	3509.30	10591.25	C10R7U5D9	3986.98	834.66	2068.75	3481.73	10372.17
C6R5U6D6	2475.04	593.95	2564.59	2340.55	7974.12	C8R6U8D1	3160.18	704.02	3301.42	385.49	7551.12	C9R8U7D1	3647.60	952.53	2935.13	385.17	7920.44	C10R7U5D10	4024.96	833.63	2085.12	3843.81	10787.52
C6R6U1D1	2486.81	714.29	425.79	385.43	4012.31	C8R6U8D2	3147.48	703.65	3310.45	782.31	7943.89	C9R8U7D2	3666.22	955.76	2964.49	795.60	8382.07	C10R7U6D1	4028.35	834.97	2530.64	383.20	7777.16
C6R6U1D2	2452.97	715.48	424.40	781.66	4374.51	C8R6U8D3	3192.18	707.65	3333.28	1142.41	8375.52	C9R8U7D3	3639.88	952.65	2938.39	1188.69	8719.61	C10R7U6D2	4016.07	833.95	2480.16	778.26	8108.44
C6R6U1D3	2504.87	716.52	422.29	1186.98	4830.66	C8R6U8D4	3238.99	715.31	3365.84	1567.27	8887.41	C9R8U7D4	3673.54	953.47	2953.87	1535.03	9115.91	C10R7U6D3	4048.82	833.29	2476.28	1166.50	8524.89
C6R6U1D4	2441.05	715.13	421.27	1542.32	5119.77	C8R6U8D5	3256.05	719.78	3409.04	1963.27	9348.14	C9R8U7D5	3615.40	957.61	2964.33	1955.73	9493.07	C10R7U6D4	4027.54	838.34	2513.46	1571.24	8950.58
C6R6U1D5	2443.36	714.31	427.64	1950.83	5536.15	C8R6U8D6	3214.03	717.82	3324.21	2355.18	9611.24	C9R8U7D6	3604.02	954.26	2956.41	2369.44	9884.14	C10R7U6D5	4068.87	834.69	2515.28	1941.28	9360.13
C6R6U1D6	2512.66	715.29	422.37	2347.66	5997.98	C8R6U8D7	3201.85	713.56	3310.96	2693.50	9919.88	C9R8U7D7	3673.93	949.32	2935.99	2735.00	10294.23	C10R7U6D6	4001.84	836.43	2480.06	2316.57	9634.89
C6R6U2D1	2467.81	714.32	830.26	386.25	4398.63	C8R6U8D8	3236.86	718.48	3368.18	3072.75	10396.27	C9R8U7D8	3675.21	947.35	2889.41	3129.65	10641.62	C10R7U6D7	4036.89	833.73	2492.96	2710.22	10073.79
C6R6U2D2	2433.92	714.33	849.64	777.81	4775.71	C8R7U1D1	3230.82	834.81	418.94	383.63	4868.20	C9R8U7D9	3580.63	939.50	2906.35	3531.50	10957.97	C10R7U6D8	4033.10	833.79	2485.53	3076.46	10428.88
C6R6U2D3	2473.14	714.92	827.78	1170.41	5186.25	C8R7U1D2	3275.23	834.97	423.83	755.55	5289.58	C9R8U8D1	3600.78	941.28	3292.23	387.25	8221.53	C10R7U6D9	4039.14	834.44	2509.00	3481.49	10864.08
C6R6U2D4	2452.32	713.66	839.74	1534.82	5540.53	C8R7U1D3	3222.03	834.02	422.41	1153.89	5632.34	C9R8U8D2	3618.38	942.99	3359.78	774.12	8695.23	C10R7U6D10	4055.74	834.79	2492.44	3865.68	11248.65
C6R6U2D5	2449.21	713.54	840.74	1936.30	5939.77	C8R7U1D4	3241.82	832.89	428.40	1555.20	6058.30	C9R8U8D3	3571.61	939.63	3347.07	1175.30	9033.61	C10R7U7D1	3994.36	832.49	2919.36	385.75	8131.97
C6R6U2D6	2465.17	716.73	849.03	2382.54	6413.47	C8R7U1D5	3221.04	835.01	425.78	1914.35	6396.19	C9R8U8D4	3629.36	955.82	3346.63	1545.20	9477.00	C10R7U7D2	4066.84	835.31	2914.37	781.51	8598.02
C6R6U3D1	2503.38	714.86	1275.02	391.57	4884.83	C8R7U1D6	3226.68	835.20	421.07	2325.98	6808.93	C9R8U8D5	3638.70	956.88	3417.84	1926.61	9940.03	C10R7U7D3	4081.64	839.73	2970.41	1161.27	9053.06
C6R6U3D2	2455.89	712.17	1281.81	779.75	5229.63	C8R7U1D7	3246.55	834.12	412.65	2691.40	7184.72	C9R8U8D6	3626.77	954.98	3385.74	2325.38	10292.88	C10R7U7D4	4044.79	831.69	2939.30	1549.26	9365.03
C6R6U3D3	2622.51	757.05	1118.31	1049.50	5547.38	C8R7U1D8	3255.89	823.85	415.45	3095.99	7591.19	C9R8U8D7	3632.21	955.89	3373.77	2707.62	10669.49	C10R7U7D5	4011.64	834.49	2894.79	1946.56	9687.48
C6R6U3D4	2032.34	750.54	1106.54	1386.10	5275.52	C8R7U2D1	3187.19	820.86	833.61	387.77	5229.43	C9R8U8D8	3677.82	956.81	3392.89	3093.92	11121.44	C10R7U7D6	4005.27	834.53	2928.71	2318.29	10086.81
C6R6U3D5	2049.58	743.57	1098.43	1750.75	5642.33	C8R7U2D2	3203.75	845.94	836.12	780.67	5666.48	C9R8U8D9	3639.48	953.17	3396.61	3480.98	11470.25	C10R7U7D7	4008.35	829.48	2907.91	2706.74	10452.49
C6R6U3D6	2020.26	755.13	1094.60	2165.21	6035.19	C8R7U2D3	3265.20	836.32	844.75	1173.06	6119.33	C9R8U9D1	3645.62	959.50	3767.63	389.64	8762.39	C10R7U7D8	4048.59	833.80	2924.67	3094.20	10901.31
C6R6U4D1	2481.61	715.28	1678.74	389.38	5265.01	C8R7U2D4	3255.12	836.48	843.56	1542.69	6477.85	C9R8U9D2	3714.20	955.35	3792.74	775.21	9237.51	C10R7U7D9	4001.67	831.69	2902.05	3482.06	11217.47
C6R6U4D2	2412.60	715.61	1683.48	775.59	5587.28	C8R7U2D5	3201.85	832.05	851.28	1945.06	6830.24	C9R8U9D3	3637.55	954.56	3808.39	1177.13	9577.64	C10R7U7D10	4051.59	834.18	2907.17	3828.30	11621.24
C6R6U4D3	2445.85	716.42	1708.03	1158.57	6028.86	C8R7U2D6	3244.66	830.36	838.55	2305.02	7218.58	C9R8U9D4	3602.68	951.46	3809.56	1565.00	9928.70	C10R7U8D1	4016.51	836.59	3355.35	401.32	8609.81
C6R6U4D4	2439.42	717.68	1683.39	1578.30	6418.79	C8R7U2D7	3211.15	836.56	843.57	2712.33	7603.61	C9R8U9D5	3689.56	951.64	3788.41	1957.69	10387.30	C10R7U8D2	4027.46	832.78	3330.85	769.56	8960.68
C6R6U4D5	2412.67	714.83	1703.80	1956.36	6787.66	C8R7U2D8	3186.55	835.28	816.18	3088.66	7926.67	C9R8U9D6	3665.73	957.34	3775.09	2348.70	10746.88	C10R7U8D3	4050.27	833.15	3344.33	1165.29	9393.03
C6R6U4D6	2443.29	716.06	1669.74	2325.50	7154.60	C8R7U3D1	3216.85	838.05	1258.39	386.08	5699.38	C9R8U9D7	3627.36	955.51	3778.31	2724.11	11085.30	C10R7U8D4	4030.73	835.68	3371.11	1522.04	9759.56
C6R6U5D1	2448.18	716.60	2110.76	391.58	5667.12	C8R7U3D2	3246.67	834.80	1263.18	768.80	6113.46	C9R8U9D8	3593.73	946.49	3781.26	3094.46	11415.94	C10R7U8D5	4063.06	834.94	3340.94	1943.58	10182.53
C6R6U5D2	2186.36	716.61	2094.84	776.53	5774.35	C8R7U3D3	3236.03	841.28	1260.18	1155.69	6493.18	C9R8U9D9	3651.86	954.25	3806.60	3512.39	11925.10	C10R7U8D6	4076.34	835.00	3357.37	2312.13	10580.84
C6R6U5D3	2445.05	717.29	2082.13	1179.31	6423.78	C8R7U3D4	3218.91	834.78	1264.33	1548.92	6866.95	C9R9U1D1	3729.25	1069.95	401.00	399.21	5599.41	C10R7U8D7	4044.16	835.76	3376.13	2689.10	10945.14
C6R6U5D4	2443.30	714.04	2089.14	1539.93	6786.42	C8R7U3D5	3238.66	835.77	1253.57	1918.32	7246.31	C9R9U1D2	3675.98	1069.35	401.84	771.44	5918.60	C10R7U8D8	4022.16	830.96	3353.63	3110.87	11317.65
C6R6U5D5	2439.10	712.92	2095.75	1932.63	7180.41	C8R7U3D6	3253.36	834.40	1226.92	2326.69	7641.37	C9R9U1D3	3625.65	1072.02	423.64	1174.21	6295.51	C10R7U8D9	4052.44	834.22	3337.83	3492.45	11716.95
C6R6U5D6	2412.18	715.92	2106.69	2335.38	7570.18	C8R7U3D7	3252.26	838.39	1265.94	2723.68	8080.28	C9R9U1D4	3652.71	1077.54	421.94	1550.75	6702.93	C10R7U8D10	4029.11	834.37	3358.79	3848.25	12070.52
C6R6U6D1	2407.94	712.39	2497.00	402.93	6020.26	C8R7U3D8	3258.65	833.70	1265.39	3074.92	8432.67	C9R9U1D5	3601.56	1073.37	424.97	1951.09	7050.98	C10R7U9D1	4063.44	837.22	3622.82	387.03	8910.51
C6R6U6D2	2465.97	714.20	2544.84	754.53	6479.54	C8R7U4D1	3250.69	833.09	1669.32	386.81	6139.92	C9R9U1D6	3673.10	1070.33	423.13	2322.05	7488.61	C10R7U9D2	3987.10	834.52	3787.95	777.91	9387.52
C6R6U6D3	2422.26	713.39	2516.67	1161.10	6813.43	C8R7U4D2	3246.51	834.24	1658.32	770.04	6509.10	C9R9U1D7	3670.42	1072.52	419.85	2733.85	7896.64	C10R7U9D3	4004.95	833.32	3782.96	1167.67	9788.91
C6R6U6D4	2418.57	733.30	2565.14	1564.74	7281.75	C8R7U4D3	3276.28	836.11	1691.97	1164.22	6968.58	C9R9U1D8	3611.93	1069.76	424.59	3093.21	8199.48	C10R7U9D4	4049.25	833.92	3758.95	1566.28	10208.39
C6R6U6D5	2410.90	713.61	2522.63	1928.83	7575.99	C8R7U4D4	3275.07	837.54	1674.67	1546.55	7333.83	C9R9U1D9	3658.32	1073.62	420.82	3488.31	8641.07	C10R7U9D5	3996.83	834.80	3723.36	1931.92	10486.85
C6R6U6D6	2394.86	714.57	2526.30	2320.06	7955.78	C8R7U4D5	3209.61	834.26	1680.31	1915.72	7639.90	C9R9U2D1	3683.48	1070.37	824.65	386.54	5965.03	C10R7U9D6	4055.20	833.46	3762.74	2318.89	10970.30
C7R1U1D1	2806.77	119.20	421.57	403.78	3751.32	C8R7U4D6	3227.62	834.17	1653.56	2337.51	8052.86	C9R9U2D2	3315.30	1069.60	817.89	773.71	5976.51	C10R7U9D7	4040.63	831.76	3761.57	2689.17	11323.13
C7R1U1D2	2841.61	120.68	420.14	768.05	4150.48	C8R7U4D7	3237.45	835.74	1683.73	2701.29	8458.20	C9R9U2D3	3669.87	1077.07	843.75	1174.22	6764.91	C10R7U9D8	3715.56	833.20	3758.10	3085.14	11392.00
C7R1U1D3	2812.84	120.45	418.21	1161.81	4513.32	C8R7U4D8	3186.65	832.64	1675.01	3076.04	8770.34	C9R9U2D4	3650.27	1076.22	841.29	1583.06	7150.83	C10R7U9D9	4027.92	838.74	3782.77	3473.18	12122.61
C7R1U1D4	2823.09	119.52	419.58	1545.87	4908.06	C8R7U5D1	3269.36	836.40	2096.07	383.92	6585.74	C9R9U2D5	3602.99	1078.13	846.06	1934.36	7461.54	C10R7U9D10	4064.38	834.89	3739.51	3847.48	12486.26
C7R1U1D5	2821.29	119.39	423.29	1964.62	5328.59	C8R7U5D2	3208.12	837.06	2100.10	772.32	6917.60	C9R9U2D6	3713.58	1071.19	840.33	2328.04	7953.14	C10R7U10D1	4034.07	835.64	4175.91	381.11	9426.74
C7R1U1D6	2828.22	119.25	423.90	2334.33	5705.70	C8R7U5D3	3207.72	834.86	2105.93	1153.76	7302.26	C9R9U2D7	3598.20	1067.86	838.50	2716.16	8220.73	C10R7U10D2	4081.44	831.59	4157.87	769.23	9840.13
C7R1U1D7	2851.61	120.35	420.46	2709.53	6101.96	C8R7U5D4	3229.77	833.76	2101.84	1551.86	7717.23	C9R9U2D8	3645.69	1072.32	843.82	3128.24	8690.08	C10R7U10D3	4039.40	831.09	4202.45	1152.33	10225.27
C7R1U2D1	2839.87	118.64	844.59	390.01	4193.11	C8R7U5D5	3222.49	837.20	2107.27	1942.41	8109.37	C9R9U2D9	3626.69	1073.36	828.56	3527.24	9055.85	C10R7U10D4	4063.39	833.13	4211.64	1554.61	10662.76
C7R1U2D2	2857.27	119.48	840.45	757.76	4574.96	C8R7U5D6	3252.71	836.67	2089.13	2294.35	8472.87	C9R9U3D1	3633.59	1081.42	1265.70	391.54	6372.25	C10R7U10D5	4028.68	834.32	4185.31	1966.16	11014.47
C7R1U2D3	2807.23	119.31	851.95	1175.53	4954.02	C8R7U5D7	3249.77	833.06	2078.45	2734.36	8895.65	C9R9U3D2	3656.50	1069.77	1258.65	762.96	6747.88	C10R7U10D6	4036.31	830.49	4177.89	2325.58	11370.27
C7R1U2D4	2843.43	119.18	817.54	1555.01	5335.16	C8R7U5D8	3250.11	833.10	2099.75	3073.19	9256.14	C9R9U3D3	3624.23	1072.71	1261.43	1167.10	7125.48	C10R7U10D7	4036.15	835.95	4215.74	2703.15	11791.00
C7R1U2D5	2846.33	118.85	850.74	1948.04	5763.96	C8R7U6D1	3242.04	836.17	2514.62	380.68	6973.52	C9R9U3D4	3646.83	1077.35	1258.78	1571.66	7554.62	C10R7U10D8	3990.69	831.99	4169.43	3082.30	12074.41
C7R1U2D6	2825.74	118.49	843.07	2333.64	6120.94	C8R7U6D2	3211.25	837.40	2513.98	783.14	7345.78	C9R9U3D5	3702.90	1072.39	1261.79	1932.30	7969.39	C10R7U10D9	4041.41	833.95	4168.20	3460.57	12504.13
C7R1U2D7	2833.06	119.63	829.08	2720.82	6502.58	C8R7U6D3	3200.07	830.89	2514.93	1150.60	7696.49	C9R9U3D6	3660.07	1074.04	1265.36	2312.57	8312.04	C10R7U10D10	4067.57	827.77	4156.64	3845.33	12897.31
C7R1U3D1	2798.73	118.63	1239.19	385.18	4541.74	C8R7U6D4	3205.87	833.22	2495.35	1567.40	8101.84	C9R9U3D7	3650.58	1067.45	1250.83	2732.14	8701.00	C10R8U1D1	3927.54	938.48	410.37	378.96	5655.35
C7R1U3D2	2816.06	120.37	1262.64	778.76	4977.82	C8R7U6D5	3241.24	834.88	2540.05	1921.13	8537.31	C9R9U3D8	3639.26	1076.08	1257.60	3100.34	9073.28	C10R8U1D2	3964.31	938.09	413.22	767.75	6083.37
C7R1U3D3	2858.28	119.42	1242.91	1169.99	5390.66	C8R7U6D6	3189.82	831.30	2540.05	2326.45	8887.62	C9R9U3D9	3258.86	1060.16	1257.84	3464.85	9041.76	C10R8U1D3	3949.50	936.43	414.19	1130.01	6430.14
C7R1U3D4	2805.77	119.20	1270.15	1553.15	5748.26	C8R7U6D7	3236.71	846.45	2512.49	2690.83	9286.49	C9R9U4D1	3560.48	1059.44	1665.15	404.79	6689.86	C10R8U1D4	3987.55	940.01	422.03	1536.57	6886.17
C7R1U3D

C7R1U5D1	2796.81	119.25	2099.84	366.64	5382.54	**C8R7U8D2**	3251.03	838.05	3347.70	765.80	8202.59	**C9R9U5D3**	3626.91	1068.93	2067.02	1170.49	7933.35	**C10R8U2D5**	4079.00	953.75	851.22	1921.69	7805.67
C7R1U5D2	2806.91	119.51	2099.96	788.81	5815.19	**C8R7U8D3**	3227.02	832.53	3375.01	1177.48	8612.05	**C9R9U5D4**	3680.67	1070.47	2096.04	1548.74	8395.92	**C10R8U2D6**	4027.23	950.33	835.41	2286.96	8099.92
C7R1U5D3	2899.89	119.56	1988.65	1359.31	6367.40	**C8R7U8D4**	3248.80	835.92	3370.15	1391.49	8846.35	**C9R9U5D5**	3627.27	1067.74	2100.67	1963.40	8759.07	**C10R8U2D7**	4000.32	953.14	827.48	2658.96	8439.90
C7R1U5D4	2847.36	119.41	2091.93	1569.83	6628.53	**C8R7U8D5**	3211.05	835.09	3338.24	1956.55	9340.92	**C9R9U5D6**	3651.13	1073.01	2093.47	2310.21	9127.82	**C10R8U2D8**	4056.35	955.72	846.62	3094.00	8952.68
C7R1U5D5	2840.10	118.88	2079.38	1963.76	7002.12	**C8R7U8D6**	3276.56	837.25	3383.89	2302.07	9799.76	**C9R9U5D7**	3673.68	1075.02	2086.39	2718.50	9553.59	**C10R8U2D9**	4056.02	952.73	838.66	3476.52	9323.93
C7R1U5D6	2849.23	119.72	2109.37	2348.00	7426.32	**C8R7U8D7**	3235.33	838.84	3381.10	2728.87	10184.14	**C9R9U5D8**	3648.87	1072.07	2067.99	3100.60	9889.53	**C10R8U2D10**	4002.29	951.87	843.34	3874.68	9672.17
C7R1U5D7	2852.76	119.65	2073.05	2745.62	7791.08	**C8R7U8D8**	3231.25	833.29	3352.20	3093.41	10510.15	**C9R9U5D9**	3597.97	1071.13	2098.32	3510.99	10278.42	**C10R8U3D1**	3991.32	952.94	1259.33	382.06	6585.64
C7R1U6D1	2862.23	118.26	2497.27	389.84	5867.61	**C8R8U1D1**	3184.87	955.13	416.39	384.74	4941.13	**C9R9U6D1**	3627.65	1070.58	2499.87	402.65	7600.75	**C10R8U3D2**	3973.28	954.88	1230.56	780.86	6939.57
C7R1U6D2	2821.12	118.79	2514.42	791.87	6246.20	**C8R8U1D2**	3252.06	950.52	424.74	769.81	5397.16	**C9R9U6D2**	3629.96	1073.62	2521.54	796.84	8021.96	**C10R8U3D3**	4051.91	954.25	1262.85	1160.60	7429.61
C7R1U6D3	2783.60	118.82	2515.11	1160.37	6577.89	**C8R8U1D3**	3249.83	951.29	418.71	1176.90	5796.72	**C9R9U6D3**	3646.06	1068.03	2497.05	1164.72	8375.87	**C10R8U3D4**	4052.75	952.03	1262.01	1512.99	7779.79
C7R1U6D4	2810.55	119.90	2546.23	1548.08	7024.77	**C8R8U1D4**	3256.93	950.97	422.58	1549.86	6180.35	**C9R9U6D4**	3648.34	1069.66	2521.14	1549.15	8788.28	**C10R8U3D5**	4019.75	954.97	1270.55	1950.95	8196.22
C7R1U6D5	2852.44	119.36	2550.87	1938.96	7461.63	**C8R8U1D5**	3253.73	952.32	434.33	1934.06	6574.45	**C9R9U6D5**	3611.92	1070.29	2493.40	1936.50	9112.11	**C10R8U3D6**	4020.04	953.88	1241.05	2325.95	8540.92
C7R1U6D6	2841.58	119.02	2517.25	2336.94	7814.79	**C8R8U1D6**	3208.10	954.05	422.00	2286.79	6870.93	**C9R9U6D6**	3633.97	1072.03	2499.83	2360.43	9566.26	**C10R8U3D7**	4020.12	948.47	1250.69	2701.82	8921.10
C7R1U6D7	2796.80	118.38	2533.83	2726.93	8175.93	**C8R8U1D7**	3284.25	977.08	343.63	2323.22	6228.18	**C9R9U6D7**	3608.51	1066.54	2491.85	2719.01	9885.90	**C10R8U3D8**	4033.92	953.61	1233.79	3070.46	9291.77
C7R1U7D1	2811.70	119.41	2925.73	398.22	6255.06	**C8R8U1D8**	3207.90	955.70	418.47	3088.22	7670.30	**C9R9U6D8**	3627.20	1072.13	2239.72	2631.81	9570.85	**C10R8U3D9**	4019.19	951.96	1239.61	3493.30	9704.06
C7R1U7D2	2827.28	119.71	2969.23	760.65	6676.87	**C8R8U2D1**	3228.75	952.17	814.54	385.72	5381.19	**C9R9U6D9**	2869.77	1109.49	2485.91	3458.95	9924.12	**C10R8U3D10**	3997.59	953.45	1216.36	3830.92	9998.32
C7R1U7D3	2848.39	120.00	2949.01	1153.15	7070.54	**C8R8U2D2**	3228.07	950.64	830.52	767.19	5776.41	**C9R9U7D1**	3569.47	1058.51	2928.38	383.14	7939.50	**C10R8U4D1**	3886.55	960.06	1654.50	399.18	6900.28
C7R1U7D4	2856.10	119.62	2939.47	1562.32	7477.51	**C8R8U2D3**	3232.22	952.10	849.73	1156.02	6190.07	**C9R9U7D2**	3579.27	1060.00	2907.22	765.70	8312.19	**C10R8U4D2**	4024.80	959.89	1698.43	774.78	7457.89
C7R1U7D5	2816.90	119.50	2979.65	1929.26	7845.30	**C8R8U2D4**	3225.09	953.32	815.15	1543.57	6537.12	**C9R9U7D3**	3245.33	1056.81	2884.22	1152.28	8338.63	**C10R8U4D3**	3981.72	959.76	1660.67	1135.32	7737.47
C7R1U7D6	2821.51	119.13	2934.91	2358.17	8233.71	**C8R8U2D5**	3209.25	954.79	819.90	1950.54	6934.48	**C9R9U7D4**	3546.79	1057.76	2905.47	1556.71	9066.73	**C10R8U4D4**	4106.41	954.54	1679.71	1543.07	8283.73
C7R1U7D7	2795.64	117.36	3114.83	2707.72	8735.55	**C8R8U2D6**	3224.53	953.39	837.97	2354.75	7370.64	**C9R9U7D5**	3589.35	1056.54	2931.15	1901.14	9478.17	**C10R8U4D5**	4023.52	950.02	1645.86	1949.53	8568.93
C7R2U1D1	2794.27	237.49	423.05	386.95	3841.77	**C8R8U2D7**	3234.54	950.64	853.78	2679.81	7718.77	**C9R9U7D6**	3673.21	1073.27	2934.65	2303.85	9984.98	**C10R8U4D6**	4059.07	952.44	1671.73	2305.20	8988.44
C7R2U1D2	2785.49	235.37	420.68	783.09	4224.63	**C8R8U2D8**	3207.45	952.71	833.22	3082.47	8075.86	**C9R9U7D7**	3675.51	1071.32	2944.39	2704.61	10395.83	**C10R8U4D7**	4035.63	951.12	1680.26	2693.69	9360.70
C7R2U1D3	2804.34	235.05	432.65	1141.30	4613.33	**C8R8U3D1**	3277.03	955.02	1261.34	387.56	5880.95	**C9R9U7D8**	3661.92	1071.31	2968.50	3126.32	10828.05	**C10R8U4D8**	4039.91	956.29	1697.91	3110.24	9804.36
C7R2U1D4	2756.82	234.39	417.04	1560.91	4969.14	**C8R8U3D2**	3227.47	958.60	1254.19	773.90	6214.16	**C9R9U7D9**	3619.28	1068.99	2930.99	3484.20	11103.46	**C10R8U4D9**	4028.57	955.87	1678.22	3480.24	10142.90
C7R2U1D5	2805.01	235.31	419.91	1928.80	5389.03	**C8R8U3D3**	3218.92	953.57	1261.86	1159.58	6593.93	**C9R9U8D1**	3628.05	1073.33	3369.54	389.88	8460.83	**C10R8U4D10**	4003.86	951.29	1691.64	3877.82	10524.63
C7R2U1D6	2423.53	236.60	417.64	2302.30	5380.07	**C8R8U3D4**	3268.48	953.61	1266.51	1566.15	7054.76	**C9R9U8D2**	3598.78	1070.53	3358.34	793.13	8820.78	**C10R8U5D1**	4072.07	949.66	2107.42	385.95	7515.10
C7R2U1D7	2762.35	239.47	420.63	2718.16	6140.61	**C8R8U3D5**	3288.30	954.05	1261.39	1931.90	7435.64	**C9R9U8D3**	3635.00	1057.77	3326.79	1153.94	9173.51	**C10R8U5D2**	3164.54	985.04	1703.89	651.56	6505.04
C7R2U2D1	2838.44	241.18	839.67	386.94	4306.23	**C8R8U3D6**	3244.93	954.18	1237.01	2329.75	7765.87	**C9R9U8D4**	3595.99	1059.07	3328.55	1533.04	9516.66	**C10R8U5D3**	3715.15	955.10	2045.01	1180.63	7895.89
C7R2U2D2	2796.38	237.58	844.98	791.84	4670.79	**C8R8U3D7**	3289.17	956.68	1269.44	2695.53	8210.82	**C9R9U8D5**	3579.42	1089.42	3030.17	1915.60	9614.61	**C10R8U5D4**	3986.36	952.35	2093.44	1566.28	8598.43
C7R2U2D3	2853.08	241.10	841.23	1172.45	5107.86	**C8R8U3D8**	3276.53	950.81	1263.72	3107.92	8598.97	**C9R9U8D6**	3630.77	1072.77	3346.83	2337.09	10387.46	**C10R8U5D5**	4014.27	950.92	2081.74	1935.31	8982.23
C7R2U2D4	2800.99	237.18	841.66	1530.69	5410.51	**C8R8U4D1**	3256.20	954.48	1671.48	387.62	6269.78	**C9R9U8D7**	3604.82	1067.70	3337.54	2726.02	10736.08	**C10R8U5D6**	4001.38	952.44	2076.48	2354.08	9384.38
C7R2U2D5	2840.87	237.72	846.38	1950.86	5875.83	**C8R8U4D2**	3274.41	956.90	1692.62	771.28	6695.21	**C9R9U8D8**	3662.04	1071.97	3330.01	3098.93	11162.95	**C10R8U5D7**	3977.86	949.89	2104.38	2747.91	9780.03
C7R2U2D6	2835.57	239.62	842.30	2323.05	6240.54	**C8R8U4D3**	3259.38	951.67	1671.64	1144.37	7027.06	**C9R9U8D9**	3644.68	1071.40	3345.32	3477.66	11539.05	**C10R8U5D8**	4006.13	956.10	2120.58	3095.74	10178.55
C7R2U2D7	2842.86	238.06	830.19	2738.63	6649.76	**C8R8U4D4**	3263.11	950.96	1651.02	1548.37	7413.46	**C9R9U9D1**	3667.84	1074.19	3802.73	391.56	8936.32	**C10R8U5D9**	4010.16	954.70	2105.86	3503.39	10574.11
C7R2U3D1	2846.58	238.90	1253.36	393.41	4732.23	**C8R8U4D5**	3268.41	956.17	1671.68	1924.21	7820.46	**C9R9U9D2**	3647.28	1073.85	3780.30	782.01	9283.44	**C10R8U5D10**	3979.24	938.88	2093.09	3896.62	10907.83
C7R2U3D2	2827.03	238.55	1266.72	787.02	5119.32	**C8R8U4D6**	3285.59	951.10	1674.03	2310.60	8221.32	**C9R9U9D3**	3663.09	1066.76	3776.74	1164.96	9671.55	**C10R8U6D1**	3982.63	955.01	2497.52	384.81	7819.97
C7R2U3D3	2835.99	241.07	1285.37	1163.37	5525.80	**C8R8U4D7**	3234.66	953.10	1658.88	2732.61	8579.26	**C9R9U9D4**	3680.52	1069.50	3762.53	1565.22	10077.76	**C10R8U6D2**	3990.81	954.31	2507.03	784.62	8236.77
C7R2U3D4	2855.91	238.82	1268.85	1534.55	5898.13	**C8R8U4D8**	3258.43	954.60	1661.96	3108.27	8983.27	**C9R9U9D5**	3639.12	1074.95	3788.67	1953.55	10456.28	**C10R8U6D3**	3992.62	951.26	2508.34	1168.26	8620.48
C7R2U3D5	2829.49	236.79	1261.73	1923.37	6251.38	**C8R8U5D1**	3220.55	954.23	2071.48	390.51	6636.78	**C9R9U9D6**	3654.59	1075.10	3827.26	2333.11	10890.05	**C10R8U6D4**	4015.49	952.28	2522.96	1552.78	9043.52
C7R2U3D6	2814.34	238.15	1276.88	2324.13	6653.51	**C8R8U5D2**	3280.14	951.55	2083.48	782.51	7097.69	**C9R9U9D7**	3648.64	1071.81	3792.90	2715.68	11229.03	**C10R8U6D5**	3978.74	953.04	2510.55	1950.12	9392.44
C7R2U3D7	2809.39	238.49	1268.53	2683.71	7000.12	**C8R8U5D3**	3169.21	941.97	2068.41	1154.07	7333.66	**C9R9U9D8**	3630.38	1074.07	3797.54	3116.58	11618.58	**C10R8U6D6**	4005.62	951.08	2518.33	2348.60	9823.63
C7R2U4D1	2814.30	238.23	1688.32	384.61	5125.47	**C8R8U5D4**	3161.93	940.37	2099.18	1529.48	7730.97	**C9R9U9D9**	3621.64	1072.40	3763.57	3501.20	11958.81	**C10R8U6D7**	3977.92	953.52	2505.36	2757.48	10194.28
C7R2U4D2	2861.99	239.32	1663.46	784.05	5548.82	**C8R8U5D5**	3178.90	939.66	2085.12	1942.18	8145.85	**C10R1U1D1**	4083.87	119.11	420.42	382.93	5006.32	**C10R8U6D8**	3980.31	950.88	2493.66	3117.44	10542.29
C7R2U4D3	2872.31	238.62	1687.47	1155.26	5953.66	**C8R8U5D6**	3186.68	941.47	2081.72	2317.33	8527.20	**C10R1U1D2**	4046.48	118.12	421.38	782.89	5368.87	**C10R8U6D9**	3988.17	950.15	2496.30	3477.68	10912.30
C7R2U4D4	2823.06	236.78	1681.37	1537.89	6279.09	**C8R8U5D7**	3230.14	950.27	2077.64	2737.38	8995.43	**C10R1U1D3**	4042.62	119.05	422.44	1151.56	5735.68	**C10R8U6D10**	3993.30	950.99	2515.72	3835.10	11295.11
C7R2U4D5	2816.98	236.82	1695.92	1964.57	6714.30	**C8R8U5D8**	3242.00	954.97	2122.61	3121.03	9440.61	**C10R1U1D4**	4006.41	118.28	431.37	1574.21	6130.28	**C10R8U7D1**	4021.87	961.71	2953.64	399.59	8336.82
C7R2U4D6	2834.02	237.80	1681.27	2326.64	7079.73	**C8R8U6D1**	3247.25	954.82	2538.15	388.47	7128.69	**C10R1U1D5**	4073.20	118.82	421.83	1924.83	6538.68	**C10R8U7D2**	3992.11	949.60	2912.53	782.85	8637.08
C7R2U4D7	2849.45	238.52	1688.18	2722.80	7498.95	**C8R8U6D2**	3232.13	955.18	2500.28	757.36	7444.95	**C10R1U1D6**	4033.29	117.52	420.18	2329.11	6900.10	**C10R8U7D3**	4028.76	950.95	2932.29	1175.66	9087.66
C7R2U5D1	2810.55	239.43	2117.86	390.04	5557.88	**C8R8U6D3**	3234.55	953.03	2498.52	1174.98	7861.08	**C10R1U1D7**	4003.31	119.06	419.21	2690.44	7232.02	**C10R8U7D4**	4047.33	952.40	2958.19	1542.56	9500.48
C7R2U5D2	2839.39	237.48	2105.07	784.04	5965.98	**C8R8U6D4**	3214.37	956.92	2520.88	1555.19	8247.36	**C10R1U1D8**	4120.46	121.95	433.26	3111.78	7787.45	**C10R8U7D5**	3982.87	954.65	2950.19	1939.18	9826.88
C7R2U5D3	2850.81	238.83	2100.55	1169.04	6359.22	**C8R8U6D5**	3266.06	953.55	2514.48	1939.32	8673.41	**C10R1U1D9**	4037.45	118.85	418.03	3487.36	8061.70	**C10R8U7D6**	3988.19	955.00	2957.15	2326.24	10226.59
C7R2U5D4	2814.11	238.58	2097.46	1544.68	6694.82	**C8R8U6D6**	3233.53	954.98	2510.45	2325.79	9024.76	**C10R1U1D10**	4072.33	119.56	422.12	3845.61	8459.62	**C10R8U7D7**	3990.40	954.81	2934.82	2712.76	10592.79
C7R2U5D5	2834.21	239.24	2105.89	1930.82	7110.16	**C8R8U6D7**	3223.52	950.76	2522.69	2713.53	9410.50	**C10R1U2D1**	4023.21	119.93	848.29	389.25	5380.68	**C10R8U7D8**	3988.26	958.84	2946.45	3119.80	11013.34
C7R2U5D6	2823.24	238.61	2118.88	2336.70	7517.42	**C8R8U6D8**	3250.11	955.49	2536.53	3084.38	9826.51	**C10R1U2D2**	4061.99	119.69	844.40	777.90	5803.98	**C10R8U7D9**	4004.90	952.66	2929.65	3483.60	11370.87
C7R2U5D7	2817.83	240.46	2082.00	2704.62	7844.91	**C8R8U7D1**	3235.25	943.43	2954.49	392.62	7525.79	**C10R1U2D3**	4050.34	118.39	834.02	1163.32	6166.08	**C10R8U7D10**	3995.38	953.71	2924.77	3894.42	11768.28
C7R2U6D1	2831.99	237.99	2509.41	397.18	5976.56	**C8R8U7D2**	3204.36	966.95	2903.31	758.92	7833.57	**C10R1U2D4**	4063.45	120.01	854.50	1542.71	6580.68	**C10R8U8D1**	4003.76	951.46	3321.48	387.01	8663.70
C7R2U6D2	2849.83	238.42	2500.41	785.35	6374.02	**C8R8U7D3**	3206.78	940.44	2917.80	1167.40	8232.42	**C10R1U2D5**	4070.85	120.72	848.60	1938.49	6978.69	**C10R8U8D2**	3997.57	951.94	3381.14	790.99	9121.64
C7R2U6D3	2823.32	238.17	2550.77	1160.95	6773.21	**C8R8U7D4**	3215.88	939.98	2915.55	1569.16	8640.57	**C10R1U2D6**	4032.34	118.70	843.49	2318.25	7312.77	**C10R8U8D3**	3698.01	955.28	3358.03	1157.86	9169.17
C7R2U6D4	2862.70	237.66	2530.17	1547.54	7178.07	**C8R8U7D5**	3223.81	954.93	2917.81	1935.14	9031.69	**C10R1U2D7**	3990.65	120.49	833.27	2699.24	7643.65	**C10R8U8D4**	3980.02	952.56	3387.86	1564.80	9885.24
C7R2U6D5	2847.86	238.09	2527.62	1936.15	7549.73	**C8R8U7D6**	3284.49	953.20	2922.79	2306.10	9466.57	**C10R1U2D8**	4011.22	120.00	847.64	3105.87	8084.73	**C10R8U8D5**	3997.74	951.07	3378.31	1936.20	10263.32
C7R2U6D6	2819.91	237.31	2514.83	2364.37	7936.42	**C8R8U7D7**	3226.38	952.62	2931.30	2733.86	9844.16	**C10R1U2D9**	4030.21	119.24	842.73	3521.26	8513.44	**C10R8U8D6**	3994.43	955.16	3372.58	2337.43	10659.61
C7R2U6D7	2842.19	238.16	2491.97	2730.36	8302.68	**C8R8U7D8**	3195.95	953.85	2905.74	3091.79	10147.32	**C10R1U2D10**	4017.38	118.80	821.37	3873.89	8831.44	**C10R8U8D7**	3980.58	952.00	3361.89	2737.29	11031.77
C7R2U7D1	2855.23	237.25	2926.87	395.15	6414.51	**C8R8U8D1**	3222.09	957.16	3340.44	389.20	7908.89	**C10R1U3D1**	4017.31	119.58	1265.06	401.55	5803.50	**C10R8U8D8**	4018.93	953.99	3376.99	3111.61	11461.52
C7R2U7D2	2869.18	240.30	2962.79	782.16	6854.43	**C8R8U8D2**	3204.91	953.08	3375.73	774.80	8308.53	**C10R1U3D2**	4036.16	120.09	1276.09	785.03	6217.38	**C10R8U8D9**	3991.34	949.83	3361.19	3504.90	11807.26
C7R2U7D3	2849.39	239.16	2901.19	1177.82	7167.56	**C8R8U8D3**	3225.21	953.63	3351.42	1177.26	8707.52	**C10R1U3D3**	4021.29	118.99	1263.31	1166.69	6570.27	**C10R8U8D10**	4005.71	949.45	3319.79	3866.56	12141.52
C7R2U7D4	2850.36	239.27	2945.32	1556.20	7591.15	**C8R8U8D4**	3240.28	956.49	3352.88	1558.73	9108.38	**C10R1U3D4**	4058.81	118.41	1259.11	1524.85	6961.19	**C10R8U9D1**	4007.08	954.54	3796.98	402.17	9160.77
C7R2U7D5	2837.05	238.41	2926.40	1948.11	7949.97	**C8R8U8D5**	3241.62	949.98	3344.02	1931.18	9466.80	**C10R1U3D5**	3998.62	118.69	1233.12	1941.07	7291.51	**C10R8U9D2**	4003.79	948.01	3762.24	787.43	9501.47
C7R2U7D6	2834.13	237.63	2938.12	2320.01	8329.89	**C8R8U8D6**	3231.53	953.27	3398.95	2323.25	9907.01	**C10R1U3D6**	3993.36	119.01	1252.74	2311.48	7676.59	**C10R8U9D3**	4032.38	949.44	3766.36	1159.24	9907.41
C7R2U7D7	2849.45	237.53	2923.83	2692.53	8703.34	**C8R8U8D7**	3296.69	956.39	3370.23	2692.86	10316.17	**C10R1U3D7**	3993.47	119.97	1264.01	2727.25	8104.71	**C10R8U9D4**	3973.58	948.29	3792.28	1575.35	10289.50
C7R3U1D1	2856.15	356.15	419.83	384.70	4016.83	**C8R8U8D8**	3224.88	950.39	3336.42	3107.95	10619.65	**C10R1U3D8**	4094.00	120.60	1233.31	3069.34	8517.25	**C10R8U9D5**	3977.97	951.67	3772.22	1954.46	10656.32
C7R3U1D2	2817.44	358.31	416.56	772.27	4364.57	**C9R1U1D1**	3600.97	118.90	434.63	388.93	4543.42	**C10R1U3D9**	3993.71	119.92	1246.68	3449.12	8809.43	**C10R8U9D6**	3999.87	947.73	3754.35	2338.08	11040.02
C7R3U1D3	2810.31	358.25	425.67	1165.11	4759.34	**C9R1U1D2**	3572.41	119.94	421.60	776.86	4890.80	**C10R1U3D10**	4109.57	119.71	1239.21	3880.18	9348.67	**C10R8U9D7**	3991.58	947.56	3350.36	2295.43	10584.92
C7R3U1D4	2821.04	355.91	427.51	1542.11	5146.57	**C9R1U1D3**	3659.08	118.42	397.57	1188.72	5363.80	**C10R1U4D1**	3973.77	118.46	1682.30	393.63	6168.16	**C10R8U9D8**	3160.34	958.47	3704.75	3101.89	10925.45
C7R3U1D5	2844.57	355.18	425.26	1947.36	5572.36	**C9R1U1D4**	3588.69	118.18	420.15	1539.31	5666.34	**C10R1U4D2**	4062.59	119.34	1691.03	762.14	6635.10	**C10R8U9D9**	4005.36	939.53	3716.64	3468.17	12129.70
C7R3U1D6	2809.14	357.47	430.99	2321.91	5919.51	**C9R1U1D5**	3616.10	118.98	433.48	1951.89	6120.46	**C10R1U4D3**	4018.06	119.70	1664.92	1172.13	6974.81	**C10R8U9D10**	4018.06	943.90	3746.40	3882.98	12591.34
C7R3U1D7	2799.02	355.50	421.13	2701.21	6276.86	**C9R1U1D6**	3585.09	119.01	422.59	2311.85	6438.54	**C10R1U4D4**	4046.36	118.89	1661.86	1544.50	7371.61	**C10R8U10D1**	3977.09	939.10	4156.52	382.92	9455.63
C7R3U2D1	2857.64	357.61	841.57	403.97	4460.80	**C9R1U1D7**	3600.00	119.86	422.53	2687.73	6830.12	**C10R1U4D5**	4204.63	119.69	1678.70	1967.05	7970.08	**C10R8U10D2**	4087.26	950.81	4204.80	771.89	10014.77
C7R3U2D2	2812.68	351.68	836.39	758.53	4759.28	**C9R1U1D8**	3654.31	120.09	424.19	3093.05	7291.65	**C10R1U4D6**	4000.30	119.98	1669.53	2300.63	8090.44	**C10R8U10D3**	4052.40	951.71	4188.72	1166.10	10358.93
C7R3U2D3	2764.29	352.80	840.16	1174.15	5131.41	**C9R1U1D9**	3672.42	119.66	427.31	3474.75	7694.13	**C10R1U4D7**	4036.33	121.50	1684.82	2700.84	8543.49	**C10R8U10D4**	4088.93	951.62	4199.72	1551.62	10791.89
C7R3U2D4	2775.12	352.67	820.47	1560.69	5508.95	**C9R1U2D1**	3637.79	119.60	841.23	401.76	5000.39	**C10R1U4D8**	4034.02	119.08	1694.32	3074.86	8922.29	**C10R8U10D5**	4088.90	952.15	4126.85	1946.04	11113.94
C7R3U2D5	2767.32	352.24	844.38	1931.85	5895.79	**C9R1U2D2**	3615.71	118.81	818.65	786.75	5339.93	**C10R1U4D9**	4072.09	119.17	1671.96	3465.69	9328.91	**C10R8U10D6**	4062.67	952.43	4165.55	2310.28	11490.93
C7R3U2D6	2793.69	352.95	853.13	2318.55	6318.32	**C9R1U2D3**	3658.48	118.66	842.01	1155.26	5774.40	**C10R1U4D10**	4034.71	118.52	1658.85	3875.69	9687.77	**C10R8U10D7**	4103.37	952.54	4207.52	2730.22	11993.66
C7R3U2D7	2806.85	357.63	844.22	2730.72	6739.42	**C9R1U2D4**	3588.38	119.63	835.94	1554.12	6098.09	**C10R1U5D1**	4070.85	119.10	2087.53	382.69	6660.17	**C10R8U10D8**	4066.83	951.03	4211.76	3138.09	12367.71
C7R3U3D1	2825.16	356.13	1281.61	394.62	4857.51	**C9R1U2D5**	3652.09	119.96	838.83	1925.73	6536.62	**C10R1U5D2**	4102.91	119.34	2093.44	774.30	7089.98	**C10R8U10D9**	4059.22	951.12	4181.61	3456.43	12648.38
C7R3U3D2	2831.63	356.42	1239.16	789.02	5216.24	**C9R1U2D6**	3635.04	118.58	852.08	2317.46	6923.15	**C10R1U5D3**	4047.64	119.05	2074.80	1170.86	7412.35	**C10R8U10D10**	4124.45	953.62	4199.50	3869.45	13147.02
C7R3U3D3	2794.35	356.79	1270.43	1143.92	5565.48	**C9R1U2D7**	3594.52	118.62	838.52	2709.20	7260.87	**C10R1U5D4**	3985.05	119.97	2098.27	1548.22	7751.52	**C10R9U1D1**	4048.02	1073.24	429.12	386.16	5936.55
C7R3U3D4	2841.91	355.46	1255.29	1552.43	6005.11	**C9R1U2D8**	3669.36	118.91	829.35	3074.58	7692.20	**C10R1U5D5**	4094.73	120.56	2123.54	1943.34	8282.17	**C10R9U1D2**	4115.30	1069.08	417.65	782.88	6384.91

C7R3U5D3	2795.23	356.09	2105.14	1161.06	6417.52	C9R1U4D3	3572.60	119.17	1681.67	1170.60	6544.04	C10R1U6D8	4070.44	120.05	2511.59	3081.47	9783.55	C10R9U2D5	4081.65	1067.20	840.77	1902.65	7892.26
C7R3U5D4	2798.87	356.24	2120.20	1548.75	6824.07	C9R1U4D4	3666.80	119.38	1687.72	1541.40	7015.31	C10R1U6D9	4016.94	119.05	2501.17	3438.52	10075.67	C10R9U2D6	4084.47	1070.99	842.01	2323.29	8320.77
C7R3U5D5	2806.08	356.35	2105.85	1957.93	7226.22	C9R1U4D5	3599.79	119.52	1696.33	1926.96	7342.60	C10R1U6D10	4016.66	120.31	2510.90	3816.34	10464.21	C10R9U2D7	4072.27	1074.12	832.38	2716.08	8694.85
C7R3U5D6	2809.97	357.64	2116.34	2313.29	7597.24	C9R1U4D6	3606.28	118.77	1669.05	2307.05	7701.15	C10R1U7D1	4092.51	119.55	2927.36	388.37	7527.80	C10R9U2D8	4071.66	1068.04	846.88	3091.88	9078.47
C7R3U5D7	2796.85	359.03	2124.53	2712.36	7992.77	C9R1U4D7	3675.08	118.29	1671.46	2716.65	8181.48	C10R1U7D2	4037.44	119.55	2968.56	782.63	7908.18	C10R9U2D9	4066.28	1065.35	841.16	3485.00	9457.78
C7R3U6D1	2803.75	355.67	2496.77	399.22	6055.41	C9R1U4D8	3611.43	119.57	1691.21	3073.56	8495.77	C10R1U7D3	4027.39	117.88	2932.77	1156.11	8234.16	C10R9U2D10	4036.42	1068.03	845.32	3868.11	9817.87
C7R3U6D2	2824.08	360.45	2525.45	771.19	6481.17	C9R1U4D9	3645.73	121.87	1446.29	3519.02	8732.91	C10R1U7D4	4089.34	122.60	2946.69	1556.74	8715.37	C10R9U3D1	4112.87	1068.35	1253.36	386.18	6820.77
C7R3U6D3	2802.63	356.48	2514.49	1161.80	6835.40	C9R1U5D1	3665.71	118.53	2109.80	385.68	6279.72	C10R1U7D5	4053.52	119.20	2913.34	1931.36	9017.43	C10R9U3D2	4038.59	1068.60	1252.06	750.85	7110.09
C7R3U6D4	2810.34	357.63	2533.02	1538.41	7239.40	C9R1U5D2	3603.13	120.05	2104.23	781.37	6608.78	C10R1U7D6	4010.03	117.93	2918.27	2306.12	9352.36	C10R9U3D3	4057.72	1073.91	1273.57	1161.31	7566.51
C7R3U6D5	2819.99	356.40	2524.42	1937.67	7638.48	C9R1U5D3	3660.54	120.23	2121.21	1171.75	7073.73	C10R1U7D7	3969.34	117.53	2915.10	2718.65	9720.62	C10R9U3D4	4063.75	1066.42	1258.18	1539.68	7928.04
C7R3U6D6	2812.76	357.55	2527.72	2328.21	8026.28	C9R1U5D4	3673.61	119.92	2090.35	1529.36	7413.24	C10R1U7D8	4008.58	119.37	2923.90	3127.75	10179.60	C10R9U3D5	4043.14	1070.59	1259.20	1931.41	8304.33
C7R3U6D7	2885.06	356.59	2495.04	2732.72	8469.41	C9R1U5D5	3636.94	119.21	2108.22	1916.09	7780.46	C10R1U7D9	4021.37	118.32	2834.78	3368.20	10342.73	C10R9U3D6	4086.66	1068.30	1235.38	2326.51	8716.85
C7R3U7D1	2840.84	359.59	2948.57	390.14	6539.14	C9R1U5D6	3649.24	119.20	2084.76	2344.79	8197.99	C10R1U7D10	4032.00	118.81	2953.88	3888.64	10993.33	C10R9U3D7	4057.51	1071.52	1259.57	2714.91	9103.51
C7R3U7D2	2834.95	356.91	2931.09	790.64	6913.58	C9R1U5D7	3660.96	118.80	2126.45	2703.75	8609.96	C10R1U8D1	3991.44	118.39	3368.34	389.26	7867.43	C10R9U3D8	4064.66	1070.32	1249.82	3064.73	9449.52
C7R3U7D3	2841.18	358.13	2907.27	1180.67	7287.26	C9R1U5D8	3657.02	119.94	2100.29	3114.70	8991.95	C10R1U8D2	4039.60	119.65	3384.90	773.95	8318.14	C10R9U3D9	4123.86	1070.39	1255.87	3494.14	9944.26
C7R3U7D4	2850.58	357.72	2938.72	1576.26	7723.29	C9R1U5D9	3636.04	119.92	2102.44	3486.51	9344.90	C10R1U8D3	4050.93	119.92	3343.26	1173.77	8687.88	C10R9U3D10	4091.30	1069.46	1256.67	3901.30	10318.73
C7R3U7D5	2818.69	356.13	2955.15	1929.90	8059.87	C9R1U6D1	3643.41	119.57	2513.64	405.27	6681.88	C10R1U8D4	3996.23	119.06	3371.30	1538.19	9024.77	C10R9U4D1	4085.17	1060.35	1672.78	384.63	7202.92
C7R3U7D6	2818.59	359.04	2953.54	2334.00	8465.17	C9R1U6D2	3633.09	119.11	2510.51	780.23	7042.94	C10R1U8D5	4002.12	119.73	3382.21	1948.44	9452.50	C10R9U4D2	3970.01	1054.10	1650.11	773.74	7447.96
C7R3U7D7	2838.78	357.91	2942.36	2738.58	8877.62	C9R1U6D3	3636.57	119.86	2498.37	1170.39	7425.19	C10R1U8D6	4091.83	118.56	3373.65	2318.15	9902.20	C10R9U4D3	3939.14	1058.18	1670.79	1161.59	7829.65
C7R4U1D1	2846.75	480.50	423.31	384.85	4135.41	C9R1U6D4	3657.80	119.99	2533.16	1565.64	7876.59	C10R1U8D7	3997.60	119.68	3347.66	2720.36	10185.30	C10R9U4D4	4018.23	1069.88	1656.90	1553.09	8298.11
C7R4U1D2	2824.69	477.19	421.88	771.33	4495.09	C9R1U6D5	3610.18	118.79	2520.34	1917.88	8167.19	C10R1U8D8	4068.47	122.49	3362.08	3118.73	10671.77	C10R9U4D5	4089.75	1069.89	1701.59	1916.88	8778.10
C7R4U1D3	2880.07	480.01	421.69	1166.06	4947.82	C9R1U6D6	3658.28	120.58	2509.82	2333.32	8622.00	C10R1U8D9	4054.08	119.44	3349.40	3536.04	11058.96	C10R9U4D6	4058.13	1071.37	1678.60	2322.18	9130.28
C7R4U1D4	2851.42	477.94	422.00	1552.44	5303.80	C9R1U6D7	3643.64	119.17	2525.75	2740.19	9028.76	C10R1U8D10	4062.35	119.45	3353.56	3875.77	11411.13	C10R9U4D7	4036.60	1073.82	1671.92	2721.46	9503.75
C7R4U1D5	2813.89	475.30	424.85	1959.94	5673.98	C9R1U6D8	3593.19	119.12	2504.21	3131.70	9348.22	C10R1U9D1	4062.58	120.59	3759.22	392.49	8334.88	C10R9U4D8	4060.19	1064.56	1659.05	3098.33	9882.14
C7R4U1D6	2801.60	476.54	422.46	2336.73	6037.33	C9R1U6D9	3607.06	119.22	2527.61	3480.79	9734.68	C10R1U9D2	4079.91	120.31	3792.09	772.29	8764.61	C10R9U4D9	4065.59	1073.56	1675.74	3501.88	10316.76
C7R4U1D7	2841.34	478.61	430.59	2726.61	6477.15	C9R1U7D1	3636.37	119.72	2962.04	390.47	7108.60	C10R1U9D3	4052.42	118.37	3806.11	1155.47	9132.36	C10R9U4D10	4030.35	1069.26	1662.34	3853.08	10615.03
C7R4U2D1	2841.39	478.98	839.54	387.78	4547.69	C9R1U7D2	3657.83	118.66	2934.78	781.71	7492.99	C10R1U9D4	3992.04	119.03	3800.60	1551.29	9462.96	C10R9U5D1	4078.92	1073.74	2097.15	386.77	7636.58
C7R4U2D2	2840.33	476.63	842.79	782.08	4941.83	C9R1U7D3	3637.81	120.10	2963.90	1149.89	7871.70	C10R1U9D5	4024.77	119.76	3758.28	1944.54	9847.35	C10R9U5D2	4088.27	1069.25	2096.47	771.88	8025.88
C7R4U2D3	2826.50	475.66	851.35	1168.31	5321.82	C9R1U7D4	3615.05	120.65	2931.49	1575.64	8242.82	C10R1U9D6	4098.68	118.74	3778.16	2350.44	10346.01	C10R9U5D3	4049.47	1070.95	2089.41	1160.71	8370.54
C7R4U2D4	2847.62	474.68	818.06	1546.35	5686.70	C9R1U7D5	3654.69	120.49	2925.85	1955.97	8656.99	C10R1U9D7	3994.01	118.32	3780.36	2729.15	10621.84	C10R9U5D4	4086.27	1075.53	2064.95	1544.66	8771.40
C7R4U2D5	2812.95	478.80	846.66	1931.58	6070.05	C9R1U7D6	3652.60	119.36	2908.65	2306.01	8986.61	C10R1U9D8	4067.58	118.29	3761.10	3113.57	11060.54	C10R9U5D5	4064.80	1065.43	2097.48	1918.03	9145.75
C7R4U2D6	2830.86	476.00	847.63	2304.35	6458.84	C9R1U7D7	3683.33	118.37	2943.65	2710.47	9455.82	C10R1U9D9	4016.24	119.01	3747.00	3511.76	11394.01	C10R9U5D6	4075.81	1092.04	2112.57	2317.61	9598.03
C7R4U2D7	2812.07	477.49	842.90	2694.75	6827.21	C9R1U7D8	3600.23	120.15	2962.44	3134.95	9817.78	C10R1U9D10	4024.42	119.02	3778.42	3888.54	11810.40	C10R9U5D7	4077.07	1083.25	2091.09	2711.13	9962.53
C7R4U3D1	2826.68	478.59	1260.61	389.00	4954.89	C9R1U7D9	3626.49	120.19	2958.04	3508.99	10213.71	C10R1U10D1	4073.86	119.03	4190.74	384.80	8768.43	C10R9U5D8	4112.80	1068.48	2105.17	3083.90	10370.35
C7R4U3D2	2867.18	480.54	1255.97	777.28	5380.97	C9R1U8D1	3611.68	121.19	3345.73	388.85	7467.44	C10R1U10D2	3986.54	119.28	4171.77	783.97	9061.55	C10R9U5D9	4082.13	1071.84	2122.03	3496.60	10772.61
C7R4U3D3	2839.00	477.74	1252.61	1156.51	5725.86	C9R1U8D2	3602.28	118.58	3384.42	761.72	7867.01	C10R1U10D3	4039.37	117.62	4152.68	1178.27	9487.94	C10R9U5D10	4060.33	1069.14	2113.13	3876.52	11119.13
C7R4U3D4	2834.76	476.76	1258.37	1528.47	6098.36	C9R1U8D3	3630.95	119.20	3370.17	1168.09	8288.42	C10R1U10D4	3977.29	117.35	4122.48	1548.82	9765.94	C10R9U6D1	4086.25	1070.81	2496.20	384.62	8037.87
C7R4U3D5	2835.28	475.13	1258.97	1937.59	6506.98	C9R1U8D4	3652.21	119.15	3343.10	1553.99	8668.45	C10R1U10D5	3903.31	117.79	4121.46	1924.63	10067.19	C10R9U6D2	4125.05	1071.66	2511.94	774.77	8483.42
C7R4U3D6	2814.72	476.33	1257.55	2335.49	6884.09	C9R1U8D5	3624.80	118.71	3354.66	1955.20	9053.37	C10R1U10D6	3926.24	118.63	4165.66	2324.82	10535.34	C10R9U6D3	4053.15	1066.72	2518.14	1169.48	8807.50
C7R4U3D7	2813.35	478.18	1253.49	2676.75	7221.78	C9R1U8D6	3658.99	119.50	3363.65	2325.55	9467.69	C10R1U10D7	4103.29	120.20	4219.25	2700.38	11143.12	C10R9U6D4	4055.51	1068.13	2489.10	1551.95	9164.69
C7R4U4D1	2840.69	476.36	1693.80	398.05	5408.90	C9R1U8D7	3604.85	119.22	3346.68	2718.76	9789.51	C10R1U10D8	4112.30	121.81	4202.70	3058.67	11495.47	C10R9U6D5	4028.28	1064.79	2501.18	1930.98	9525.22
C7R4U4D2	2847.61	477.43	1683.62	772.71	5781.36	C9R1U8D8	3652.77	119.04	3347.62	3099.65	10219.09	C10R1U10D9	4086.58	119.02	4201.59	3476.56	11883.74	C10R9U6D6	3977.68	1070.73	2534.19	2304.57	9887.17
C7R4U4D3	2900.59	480.72	1697.95	1177.93	6257.19	C9R1U8D9	3683.69	118.41	3328.86	3486.03	10616.99	C10R1U10D10	4049.60	119.33	4153.82	3895.73	12218.47	C10R9U6D7	4117.78	1074.90	2539.31	2705.40	10437.38
C7R4U4D4	2911.19	474.69	1656.38	1547.83	6590.08	C9R1U9D1	3669.90	117.79	3801.59	386.91	7976.19	C10R2U1D1	4092.65	237.37	419.26	384.74	5134.02	C10R9U6D8	4035.16	1060.25	2508.42	3106.11	10709.94
C7R4U4D5	2847.11	478.17	1674.37	1961.83	6961.49	C9R1U9D2	3625.66	119.03	3789.05	761.67	8295.42	C10R2U1D2	4032.33	237.59	417.29	767.94	5455.14	C10R9U6D9	3964.83	1055.69	2504.05	3494.40	11018.97
C7R4U4D6	2900.68	475.85	1654.69	2335.30	7366.55	C9R1U9D3	3634.03	119.82	3774.37	1171.49	8699.70	C10R2U1D3	4052.99	239.88	418.53	1160.48	5871.88	C10R9U6D10	3972.51	1053.10	2496.43	3891.59	11413.64
C7R4U4D7	2850.23	476.89	1697.18	2740.09	7764.38	C9R1U9D4	3666.52	120.06	3792.12	1541.78	9120.48	C10R2U1D4	4028.57	238.89	416.48	1539.95	6223.88	C10R9U7D1	4055.18	1073.27	2939.35	386.62	8454.43
C7R4U5D1	2809.61	476.94	2106.78	399.18	5792.50	C9R1U9D5	3644.58	119.91	3782.28	1942.12	9488.89	C10R2U1D5	4067.28	236.86	418.56	1929.96	6652.67	C10R9U7D2	4073.57	1070.39	2900.33	767.08	8811.37
C7R4U5D2	2856.92	476.84	2075.40	793.58	6202.74	C9R1U9D6	3577.93	120.06	3805.23	2309.53	9812.75	C10R2U1D6	3938.71	234.99	416.96	2305.72	6896.38	C10R9U7D3	4100.21	1069.19	2930.21	1146.00	9245.62
C7R4U5D3	2844.43	475.81	2107.84	1175.90	6603.98	C9R1U9D7	3670.10	118.75	3778.23	2717.13	10284.22	C10R2U1D7	3928.38	240.31	417.24	2724.95	7310.88	C10R9U7D4	4082.24	1072.32	2969.00	1550.09	9673.65
C7R4U5D4	2867.94	475.77	2090.04	1548.83	6982.57	C9R1U9D8	3602.03	119.98	3790.18	3125.63	10637.82	C10R2U1D8	3955.55	238.11	417.98	3082.13	7693.78	C10R9U7D5	4045.61	1071.55	2946.75	1941.94	10005.84
C7R4U5D5	2844.05	475.84	2075.96	1954.10	7349.95	C9R1U9D9	3621.56	118.95	3763.31	3511.60	11015.42	C10R2U1D9	3967.38	234.03	416.66	3454.29	8072.36	C10R9U7D6	4048.58	1072.44	2912.69	2306.30	10340.02
C7R4U5D6	2854.34	479.00	2071.98	2362.56	7767.87	C9R2U1D1	3656.18	238.80	423.00	390.88	4708.85	C10R2U1D10	3965.74	234.92	425.70	3841.89	8468.25	C10R9U7D7	4020.93	1077.81	2927.57	2699.85	10726.16
C7R4U5D7	2849.54	476.65	2092.71	2715.85	8134.75	C9R2U1D2	3660.47	240.96	430.47	780.84	5112.74	C10R2U2D1	3967.29	236.59	844.74	390.03	5438.65	C10R9U7D8	4055.81	1070.89	2938.05	3088.75	11153.50
C7R4U6D1	2822.56	476.68	2514.33	379.03	6192.61	C9R2U1D3	3641.24	238.01	426.03	1139.84	5445.12	C10R2U2D2	3967.61	236.99	836.91	770.91	5812.43	C10R9U7D9	4040.00	1068.73	2903.24	3499.13	11511.09
C7R4U6D2	2808.92	475.38	2547.07	770.43	6601.80	C9R2U1D4	3579.58	244.81	342.16	1482.45	5649.00	C10R2U2D3	4052.52	240.72	843.12	1167.52	6303.89	C10R9U7D10	4044.68	1070.55	2917.63	3878.88	11911.75
C7R4U6D3	2839.43	478.28	2508.42	1160.93	6987.06	C9R2U1D5	3649.25	237.42	423.19	1932.19	6242.05	C10R2U2D4	4035.84	236.21	840.22	1497.92	6610.19	C10R9U8D1	4033.91	1072.60	3343.57	397.09	8847.17
C7R4U6D4	2830.47	476.80	2551.42	1527.51	7386.26	C9R2U1D6	3627.08	239.62	412.73	2300.30	6579.74	C10R2U2D5	4033.64	239.35	845.85	1927.28	7046.13	C10R9U8D2	4099.87	1069.90	3339.66	768.74	9278.17
C7R4U6D5	2838.11	476.19	2538.38	1918.59	7771.27	C9R2U1D7	3619.28	238.11	422.09	2685.66	6965.13	C10R2U2D6	4069.81	238.22	837.98	2292.29	7438.30	C10R9U8D3	3983.12	1066.88	3335.60	1177.20	9562.81
C7R4U6D6	2808.03	478.27	2500.80	2352.54	8139.65	C9R2U1D8	3651.44	237.87	436.97	3093.38	7419.65	C10R2U2D7	4051.59	239.08	815.53	2723.70	7829.90	C10R9U8D4	4011.94	1069.79	3325.59	1569.67	9977.00
C7R4U6D7	2853.79	474.70	2525.30	2718.66	8572.45	C9R2U1D9	3666.61	240.53	424.37	3494.71	7826.21	C10R2U2D8	4014.07	237.23	844.56	3079.55	8175.40	C10R9U8D5	4074.82	1068.87	3339.79	1952.13	10435.61
C7R4U7D1	2831.25	475.24	2934.38	385.08	6625.95	C9R2U2D1	3621.56	239.55	844.82	387.92	5093.86	C10R2U2D9	4054.48	238.40	844.01	3493.65	8630.54	C10R9U8D6	4076.56	1068.13	3345.92	2349.94	10840.56
C7R4U7D2	2892.86	475.47	2911.13	769.31	7048.77	C9R2U2D2	3629.93	239.97	840.06	773.74	5483.69	C10R2U2D10	4069.12	241.79	838.17	3890.71	9039.80	C10R9U8D7	4049.63	1069.96	3323.48	2705.31	11148.38
C7R4U7D3	2834.07	471.75	2937.62	1179.52	7422.96	C9R2U2D3	3683.87	238.15	819.44	1160.50	5901.96	C10R2U3D1	4111.80	241.31	1246.93	392.60	5992.63	C10R9U8D8	4117.59	1067.66	3359.84	3078.45	11623.54
C7R4U7D4	2760.80	470.23	2896.75	1532.37	7660.16	C9R2U2D4	3647.74	236.93	828.32	1562.57	6275.56	C10R2U3D2	4086.02	238.12	1250.48	787.27	6361.89	C10R9U8D9	4070.72	1075.48	3347.35	3499.63	11993.18
C7R4U7D5	2789.98	470.12	2924.10	1935.67	8119.86	C9R2U2D5	3723.30	237.79	823.13	1934.62	6718.85	C10R2U3D3	3979.39	238.03	1244.96	1150.44	6612.82	C10R9U8D10	4072.76	1072.67	3350.60	3856.78	12352.82
C7R4U7D6	2758.45	470.20	2908.12	2336.13	8472.90	C9R2U2D6	3642.68	237.90	815.15	2333.15	7028.87	C10R2U3D4	3935.21	235.62	1243.85	1548.55	6963.23	C10R9U9D1	4108.16	1070.62	3802.52	368.25	9349.54
C7R4U7D7	2789.38	470.60	2875.16	2693.05	8828.19	C9R2U2D7	3661.13	239.86	837.95	2721.15	7460.10	C10R2U3D5	3945.28	236.24	1258.19	1899.58	7339.29	C10R9U9D2	4017.46	1069.06	3783.61	774.40	9644.53
C7R5U1D1	2761.14	587.21	417.09	386.05	4151.49	C9R2U2D8	3645.04	237.95	836.29	3095.63	7814.90	C10R2U3D6	3908.57	235.10	1237.82	2314.19	7695.68	C10R9U9D3	4020.89	1066.06	3772.18	1173.62	10032.75
C7R5U1D2	2840.27	593.42	423.30	763.52	4620.51	C9R2U2D9	3634.93	237.47	844.21	3472.02	8188.62	C10R2U3D7	4007.53	239.20	1243.15	2707.65	8197.52	C10R9U9D4	4048.36	1068.27	3757.94	1540.46	10415.03
C7R5U1D3	2796.65	592.80	424.91	1149.20	4963.56	C9R2U3D1	3706.14	240.31	1257.45	384.26	5588.16	C10R2U3D8	3946.74	234.86	1259.34	3108.50	8549.44	C10R9U9D5	4027.15	1072.58	3791.03	1939.61	10830.37
C7R5U1D4	2907.84	597.51	419.95	1565.65	5490.95	C9R2U3D2	3671.04	240.32	1234.65	774.82	5920.88	C10R2U3D9	4104.39	241.71	1262.74	3507.59	9116.43	C10R9U9D6	4020.12	1071.12	3772.78	2318.12	11182.13
C7R5U1D5	2876.76	598.57	398.51	1939.70	5813.54	C9R2U3D3	3712.90	237.05	1245.26	1173.45	6368.66	C10R2U3D10	4008.58	238.96	1253.29	3848.66	9349.49	C10R9U9D7	4029.72	1076.16	3746.11	2750.49	11602.48
C7R5U1D6	2829.59	594.75	420.25	2325.55	6170.14	C9R2U3D4	3696.29	237.51	1242.43	1542.51	6718.73	C10R2U4D1	4034.66	237.57	1667.37	396.91	6336.51	C10R9U9D8	4003.26	1067.77	3767.47	3108.13	11946.62
C7R5U1D7	2868.07	597.42	421.66	2690.79	6577.94	C9R2U3D5	3668.65	238.36	1235.39	1929.01	7071.42	C10R2U4D2	4016.41	239.19	1697.23	778.17	6731.00	C10R9U9D9	4048.45	1070.44	3768.57	3471.71	12359.16
C7R5U2D1	2825.23	597.39	840.67	382.36	4645.65	C9R2U3D6	3697.35	237.70	1259.09	2347.35	7541.50	C10R2U4D3	4074.78	239.08	1672.78	1146.33	7132.97	C10R9U9D10	4022.79	1068.84	3765.68	3889.12	12746.43
C7R5U2D2	2813.65	598.11	848.07	780.73	5040.61	C9R2U3D7	3618.08	237.37	1267.03	2701.72	7824.20	C10R2U4D4	4075.19	238.54	1658.30	1560.72	7532.76	C10R9U10D1	4093.47	1072.89	4211.02	392.68	9770.06
C7R5U2D3	2877.96	595.90	820.11	1176.81	5470.79	C9R2U3D8	3596.89	237.86	1262.36	3115.91	8213.02	C10R2U4D5	4036.87	238.68	1688.62	1967.81	7931.97	C10R9U10D2	4068.33	1072.03	4216.54	774.05	10130.94
C7R5U2D4	2851.85	596.46	840.23	1552.94	5841.48	C9R2U3D9	3695.40	238.84	1270.48	3501.85	8706.56	C10R2U4D6	3994.51	236.99	1677.62	2328.42	8237.53	C10R9U10D3	4078.16	1071.13	4220.97	1159.75	10530.01
C7R5U2D5	2859.10	596.58	836.24	1945.69	6237.61	C9R2U4D1	3639.12	236.61	1669.42	396.35	5941.50	C10R2U4D7	4042.95	238.89	1687.77	2740.77	8710.38	C10R9U10D4	3702.95	1075.60	4242.95	1541.19	10562.69
C7R5U2D6	2834.61	595.21	839.74	2345.36	6614.93	C9R2U4D2	3656.81	238.56	1679.77	770.63	6345.77	C10R2U4D8	4047.64	239.17	1658.36	3102.02	9047.20	C10R9U10D5	4020.97	1071.36	4195.04	1963.47	11250.84
C7R5U2D7	2836.28	595.97	840.60	2719.44	6992.30	C9R2U4D3	3672.42	238.56	1692.10	1151.78	6754.86	C10R2U4D9	4012.19	237.28	1696.94	3473.35	9419.77	C10R9U10D6	4030.46	1067.78	4176.83	2322.70	11597.77
C7R5U3D1	2857.33	598.05	1266.47	394.29	5116.14	C9R2U4D4	3629.45	238.90	1681.49	1535.35	7085.20	C10R2U4D10	4060.45	238.54	1687.94	3866.57	9853.50	C10R9U10D7	4081.69	1068.03	4191.25	2699.98	12040.99
C7R5U3D2	2918.48	597.26	1258.47	779.69	5553.90	C9R2U4D5	3616.65	236.77	1664.92	1964.20	7482.54	C10R2U5D1	4060.35	237.89	2080.13	387.27	6765.64	C10R9U10D8	4050.06	1071.79	4217.70	3079.15	12418.70
C7R5U3D3	2864.67	596.41	1247.80	1158.14	5867.02	C9R2U4D6	3667.59	239.10	1691.14	2333.84	7931.68	C10R2U5D2	4054.77	239.82	2058.63	762.44	7115.67	C10R9U10D9	4081.19	1067.36	4162.01	3455.21	12765.77
C7R5U3D4	2884.26	598.49	1249.90	1555.50	6288.15	C9R2U4D7	3585.05	237.95	1681.62	2679.64	8184.26	C10R2U5D3	4066.81	238.42	2107.72	1162.60	7575.56	C10R9U10D10	4087.92	1070.75	4167.63	3881.40	13207.71
C7R5U3D5	2814.68	597.94	1266.68	1936.68	6615.98	C9R2U4D8	3635.49	237.39	1678.54	3101.38	8652.80	C10R2U5D4	4027.17	238.64	2096.34	1549.13	7911.27	C10R10U1D1	3965.59	1173.73	417.23	387.37	5943.92
C7R5U3D6	2883.31	595.36	1274.98	2307.46	7061.10	C9R2U4D9	3631.99	240.29	1693.22	3495.58	9061.09	C10R2U5D5	4066.25	239.79	2080.70	1944.40	8331.14	C10R10U1D2	3974.94	1176.94	397.72	764.89	6314.48
C7R5U3D7	2836.71	596.85	1238.84	2737.62	7410.02	C9R2U5D1	3645.15	240.80	2089.45	393.81	6369.20	C10R2U5D6	4022.08	238.87	2102.12	2306.13	8669.20	C10R10U1D3	3960.92	1176.71	434.09	1164.15	6735.85
C7R5U4D1	2871.36	595.41	1658.17	387.32	5512.27	C9R2U5D2	3644.54	238.59	2089.08	778.36	6750.56	C10R2U5D7	4063.43	240.

C7R5U5D5	2820.28	594.88	2077.37	1957.31	7449.83	C9R2U6D4	3577.17	239.32	2523.02	1517.33	7856.83	C10R2U6D8	3948.68	236.70	2479.97	3073.82	9739.17	C10R10U2D5	3963.01	1170.06	831.21	1919.89	7884.17
C7R5U5D6	2850.69	596.58	2074.41	2359.60	7881.27	C9R2U6D5	3622.49	238.77	2523.67	1962.16	8347.09	C10R2U6D9	3916.85	236.23	2513.93	3498.42	10165.42	C10R10U2D6	4041.64	1188.41	843.39	2355.94	8429.39
C7R5U5D7	2835.04	597.48	2113.86	2726.40	8272.78	C9R2U6D6	3670.88	239.05	2527.26	2327.56	8764.75	C10R2U6D10	3967.34	235.54	2478.89	3876.54	10558.31	C10R10U2D7	4043.78	1185.18	817.84	2714.65	8761.44
C7R5U6D1	2816.72	593.11	2539.52	369.47	6318.82	C9R2U6D7	3657.59	238.00	2504.18	2718.71	9118.47	C10R2U7D1	3953.97	234.85	2904.87	400.51	7494.20	C10R10U2D8	4072.76	1187.32	843.80	3098.82	9202.68
C7R5U6D2	2824.41	591.92	2354.90	756.52	6527.75	C9R2U6D8	3642.84	239.50	2518.05	3089.15	9489.54	C10R2U7D2	3967.67	239.23	2803.97	666.25	7677.13	C10R10U2D9	4011.56	1191.22	851.56	3499.24	9553.59
C7R5U6D3	2809.31	597.51	2557.42	1156.96	7121.20	C9R2U6D9	3710.78	237.66	2520.41	3514.75	9983.60	C10R2U7D3	4036.63	237.61	2909.38	1162.05	8345.67	C10R10U2D10	4060.29	1190.15	838.46	3876.72	9965.62
C7R5U6D4	2853.62	597.54	2524.20	1537.36	7512.72	C9R2U7D1	3613.66	240.12	2937.60	398.31	7189.68	C10R2U7D4	4089.09	242.02	2967.26	1542.08	8840.45	C10R10U3D1	4059.24	1195.28	1256.49	384.86	6895.87
C7R5U6D5	2883.92	598.98	2538.74	1953.55	7975.19	C9R2U7D2	3624.93	239.80	2931.26	787.90	7583.89	C10R2U7D5	4039.66	239.26	2934.26	1956.04	9169.23	C10R10U3D2	3987.88	1188.45	1234.27	772.72	7183.32
C7R5U6D6	2836.28	596.94	2506.40	2354.40	8294.01	C9R2U7D3	3321.24	237.38	2954.11	1178.26	7690.99	C10R2U7D6	4040.86	236.88	2956.09	2305.58	9539.41	C10R10U3D3	4041.08	1191.52	1258.44	1160.42	7651.47
C7R5U6D7	2848.78	595.77	2532.11	2704.40	8681.06	C9R2U7D4	3601.60	238.44	2950.63	1569.00	8359.67	C10R2U7D7	4069.95	241.54	2944.47	2696.55	9952.56	C10R10U3D4	4017.50	1191.05	1240.03	1562.08	8010.67
C7R5U7D1	2816.59	593.49	2660.91	387.48	6458.47	C9R2U7D5	3643.50	238.67	2931.43	1941.53	8755.13	C10R2U7D8	4031.04	237.75	2937.43	3090.57	10296.78	C10R10U3D5	4016.61	1191.99	1268.09	1943.04	8419.73
C7R5U7D2	2811.08	594.67	2926.89	769.36	7102.00	C9R2U7D6	3617.96	238.38	2928.32	2315.23	9099.90	C10R2U7D9	4053.55	246.11	2940.75	3480.28	10720.69	C10R10U3D6	4005.36	1190.17	1261.32	2343.65	8800.50
C7R5U7D3	2811.84	593.93	2941.29	1180.98	7528.04	C9R2U7D7	3618.99	238.52	2933.92	2698.01	9489.44	C10R2U7D10	4058.67	238.40	2925.83	3836.51	11059.41	C10R10U3D7	4076.85	1187.52	1246.15	2711.88	9222.39
C7R5U7D4	2838.19	594.14	2928.53	1582.86	7943.72	C9R2U7D8	3592.14	237.91	2949.50	3121.94	9901.49	C10R2U8D1	4013.18	238.98	3366.49	383.22	8001.88	C10R10U3D8	4008.73	1185.75	1260.67	3108.14	9563.29
C7R5U7D5	2870.78	593.93	2947.44	1932.57	8344.73	C9R2U7D9	3621.82	236.89	2964.03	3468.86	10291.60	C10R2U8D2	4038.03	238.42	3384.87	785.73	8447.05	C10R10U3D9	3770.19	1186.22	1249.50	3496.10	9702.01
C7R5U7D6	2850.86	594.16	2964.30	2318.73	8728.10	C9R2U8D1	3642.21	239.22	3351.67	393.53	7626.63	C10R2U8D3	4074.03	239.73	3357.24	1171.66	8842.65	C10R10U3D10	3998.29	1191.72	1261.25	3865.12	10316.38
C7R5U7D7	2831.02	593.42	2934.99	2751.21	9110.64	C9R2U8D2	3622.21	238.76	3359.14	753.74	7973.84	C10R2U8D4	4062.87	239.40	3379.45	1542.33	9224.04	C10R10U4D1	4054.91	1187.59	1674.34	373.86	7290.71
C7R6U1D1	2855.76	719.92	419.90	389.71	4385.30	C9R2U8D3	3667.43	238.77	3341.47	1170.56	8418.23	C10R2U8D5	4081.74	238.71	3375.04	1941.87	9637.37	C10R10U4D2	4090.09	1194.94	1708.70	794.13	7787.85
C7R6U1D2	2820.52	711.12	422.58	759.75	4713.96	C9R2U8D4	3712.91	238.56	3386.75	1555.83	8894.05	C10R2U8D6	4030.14	238.23	3334.83	2337.14	9940.35	C10R10U4D3	4043.46	1185.21	1675.41	1166.21	8070.28
C7R6U1D3	2881.53	713.20	427.84	1163.76	5186.33	C9R2U8D5	3664.10	240.73	3360.32	1954.48	9219.62	C10R2U8D7	4049.42	237.19	3361.63	2744.62	10392.86	C10R10U4D4	4024.38	1190.27	1683.02	1565.76	8463.42
C7R6U1D4	2839.28	716.03	420.42	1567.68	5543.40	C9R2U8D6	3626.95	240.04	3332.93	2344.63	9544.54	C10R2U8D8	4026.34	238.04	3330.86	3113.64	10708.88	C10R10U4D5	4056.63	1185.17	1674.44	1953.85	8870.08
C7R6U1D5	2824.98	711.85	401.56	1970.26	5908.64	C9R2U8D7	3611.76	237.92	3374.55	2752.13	9976.37	C10R2U8D9	4046.29	237.54	3333.68	3510.27	11127.78	C10R10U4D6	4077.69	1185.46	1661.52	2321.24	9245.91
C7R6U1D6	2880.76	716.20	421.59	2309.68	6328.22	C9R2U8D8	3623.68	237.11	3378.55	3164.14	10403.49	C10R2U8D10	4053.43	238.78	3330.28	3894.61	11517.10	C10R10U4D7	4072.26	1192.73	1676.61	2714.96	9656.56
C7R6U1D7	2830.45	712.02	432.19	2683.42	6658.08	C9R2U8D9	3634.33	237.32	3421.09	3503.68	10796.43	C10R2U9D1	4073.80	236.84	3763.61	390.33	8464.58	C10R10U4D8	4028.25	1189.19	1678.05	3126.53	10022.01
C7R6U2D1	2809.35	715.16	844.13	368.26	4736.89	C9R2U9D1	3633.22	237.91	3811.36	370.97	8053.47	C10R2U9D2	4091.66	239.19	3803.11	769.07	8903.03	C10R10U4D9	4048.55	1189.84	1666.20	3476.00	10380.60
C7R6U2D2	2873.20	707.97	833.11	772.75	5187.03	C9R2U9D2	3560.88	239.20	3763.89	788.40	8352.37	C10R2U9D3	4023.05	236.30	3791.85	1174.35	9225.55	C10R10U4D10	4043.55	1188.26	1694.36	3854.70	10780.87
C7R6U2D3	2821.86	705.86	840.77	1177.74	5546.23	C9R2U9D3	3698.67	239.63	3801.54	1168.92	8908.76	C10R2U9D4	4024.57	238.74	3776.73	1561.88	9601.92	C10R10U5D1	4030.80	1188.07	2077.19	404.28	7700.35
C7R6U2D4	2784.86	705.00	810.99	1537.17	5838.02	C9R2U9D4	3696.99	238.66	3779.08	1566.96	9281.68	C10R2U9D5	4057.54	240.56	3790.13	1937.72	10025.95	C10R10U5D2	4088.85	1188.15	2097.16	773.33	8147.53
C7R6U2D5	2775.86	704.08	833.02	1919.76	6232.72	C9R2U9D5	3650.10	241.35	3817.43	1924.49	9633.37	C10R2U9D6	4029.25	237.61	3762.95	2314.81	10344.62	C10R10U5D3	4014.11	1188.24	2076.07	1178.34	8456.76
C7R6U2D6	2751.68	703.62	826.79	2309.01	6591.10	C9R2U9D6	3633.88	239.20	3806.84	2365.67	10045.59	C10R2U9D7	4069.24	236.53	3764.18	2702.65	10772.60	C10R10U5D4	3996.79	1187.07	2071.92	1557.59	8813.37
C7R6U2D7	2793.66	704.91	831.69	2680.02	7010.27	C9R2U9D7	3720.03	236.67	3826.78	2751.35	10534.83	C10R2U9D8	4026.78	238.09	3770.73	3096.77	11132.37	C10R10U5D5	4059.04	1177.29	2095.65	1937.54	9269.52
C7R6U3D1	2796.56	704.89	1227.00	384.85	5113.31	C9R2U9D8	3657.11	240.68	3798.25	3163.86	10859.90	C10R2U9D9	4086.32	238.07	3746.09	3488.37	11558.86	C10R10U5D6	4092.94	1186.57	2119.07	2319.33	9717.91
C7R6U3D2	2775.28	703.49	1244.60	775.40	5498.76	C9R2U9D9	3702.47	238.34	3797.77	3513.32	11251.91	C10R2U9D10	4061.91	240.44	3754.70	3857.38	11914.43	C10R10U5D7	4022.26	1187.27	2102.80	2688.49	10000.81
C7R6U3D3	2794.65	707.03	1248.01	1155.54	5905.23	C9R3U1D1	3665.93	357.94	432.55	388.75	4845.17	C10R2U10D1	4086.00	237.93	4227.22	378.11	8929.32	C10R10U5D8	4059.38	1187.98	2105.03	3107.26	10459.66
C7R6U3D4	2814.91	707.58	1241.37	1532.00	6295.86	C9R3U1D2	3673.25	358.46	391.62	780.46	5203.79	C10R2U10D2	4045.77	238.45	4213.01	769.08	9266.30	C10R10U5D9	4073.24	1190.57	2091.58	3481.81	10837.20
C7R6U3D5	2784.53	708.03	1247.19	1932.00	6671.77	C9R3U1D3	3660.69	355.52	399.00	1163.83	5579.03	C10R2U10D3	4057.03	238.42	4196.28	1173.82	9665.55	C10R10U5D10	3995.47	1185.56	2108.00	3849.80	11138.83
C7R6U3D6	2790.63	706.91	1244.12	2319.57	7061.22	C9R3U1D4	3673.56	356.80	426.63	1542.16	5999.15	C10R2U10D4	4033.35	237.82	4213.98	1539.48	10024.63	C10R10U6D1	4062.61	1187.11	2498.70	393.44	8141.86
C7R6U3D7	2786.70	708.71	1252.30	2707.84	7455.55	C9R3U1D5	3649.59	356.43	426.36	1917.65	6350.04	C10R2U10D5	4060.11	239.87	4180.91	1913.94	10394.83	C10R10U6D2	4124.40	1187.98	2537.82	768.98	8619.18
C7R6U4D1	2781.69	706.29	1651.16	385.35	5524.50	C9R3U1D6	3692.40	357.33	424.62	2334.09	6808.43	C10R2U10D6	4054.95	237.62	4181.85	2291.98	10766.40	C10R10U6D3	4016.39	1189.14	2518.02	1171.18	8894.72
C7R6U4D2	2776.19	705.29	1660.48	784.31	5926.27	C9R3U1D7	3668.03	357.63	422.33	2684.76	7132.74	C10R2U10D7	4036.13	237.11	4179.22	2692.71	11145.17	C10R10U6D4	4000.88	1185.73	2481.42	1553.02	9221.05
C7R6U4D3	2832.51	707.34	1656.37	1175.88	6372.09	C9R3U1D8	3651.80	358.36	433.73	3106.43	7550.32	C10R2U10D8	4045.50	238.90	4238.05	3088.91	11611.37	C10R10U6D5	4090.92	1186.92	2508.74	1936.63	9723.20
C7R6U4D4	2786.23	703.62	1660.74	1570.23	6720.82	C9R3U1D9	3608.44	355.86	419.22	3524.08	7907.59	C10R2U10D9	4104.82	240.26	4226.65	3494.87	12066.61	C10R10U6D6	4021.65	1189.01	2510.40	2353.65	10074.71
C7R6U4D5	2790.43	703.89	1640.49	1934.15	7068.97	C9R3U2D1	3643.80	356.14	818.10	387.68	5205.73	C10R2U10D10	4051.42	239.50	4198.92	3894.56	12384.39	C10R10U6D7	4072.03	1186.39	2492.06	2736.40	10486.87
C7R6U4D6	2792.52	704.40	1662.23	2337.32	7496.47	C9R3U2D2	3694.35	358.21	842.01	771.21	5665.79	C10R3U1D1	4066.53	357.65	421.46	394.60	5240.24	C10R10U6D8	4067.24	1191.49	2497.39	3105.16	10861.28
C7R6U4D7	2792.95	707.21	1670.85	2726.47	7897.49	C9R3U2D3	3654.37	357.01	840.27	1170.24	6021.90	C10R3U1D2	3982.88	356.61	420.82	767.72	5528.03	C10R10U6D9	4003.78	1189.73	2547.58	3485.13	11226.22
C7R6U5D1	2800.10	704.54	2075.01	394.35	5974.00	C9R3U2D4	3706.74	354.18	843.41	1553.52	6457.88	C10R3U1D3	4052.90	359.23	431.16	1169.87	6013.17	C10R10U6D10	4002.56	1190.24	2526.82	3905.30	11624.93
C7R6U5D2	2804.49	706.99	2077.86	775.38	6364.73	C9R3U2D5	3636.50	355.97	844.19	1919.22	6755.88	C10R3U1D4	3996.76	355.09	423.14	1540.03	6315.01	C10R10U7D1	3982.35	1187.56	2915.29	387.63	8472.82
C7R6U5D3	2795.20	704.91	2096.68	1163.53	6760.33	C9R3U2D6	3693.16	357.62	847.69	2339.28	7237.75	C10R3U1D5	3999.09	367.91	345.87	1921.39	6634.27	C10R10U7D2	4102.22	1191.65	2937.32	755.35	8986.54
C7R6U5D4	2775.98	705.58	2102.89	1543.38	7127.83	C9R3U2D7	3708.82	356.68	821.65	2754.66	7641.81	C10R3U1D6	4036.25	352.95	415.95	2309.24	7114.39	C10R10U7D3	4083.16	1191.20	2967.21	1166.57	9408.14
C7R6U5D5	2774.99	705.41	2095.61	1907.34	7483.35	C9R3U2D8	3635.61	356.11	848.58	3081.71	7922.01	C10R3U1D7	3971.08	355.41	416.85	2698.89	7442.22	C10R10U7D4	3984.32	1183.78	2924.23	1560.67	9652.95
C7R6U5D6	2798.60	703.35	2078.28	2297.77	7878.01	C9R3U2D9	3692.68	356.57	845.82	3493.08	8388.16	C10R3U1D8	4027.88	356.94	422.74	3094.24	7901.81	C10R10U7D5	4081.15	1188.62	2934.34	1951.49	10155.60
C7R6U5D7	2756.26	702.11	2047.73	2726.98	8233.08	C9R3U3D1	3681.30	358.16	1271.89	390.59	5701.94	C10R3U1D9	4045.24	356.65	420.58	3479.85	8302.32	C10R10U7D6	4053.33	1184.02	2910.53	2342.19	10490.07
C7R6U6D1	2818.24	703.20	2490.17	393.68	6405.29	C9R3U3D2	3684.08	368.12	1230.55	782.10	6064.85	C10R3U1D10	4052.60	357.18	415.32	3868.92	8694.02	C10R10U7D7	4039.16	1193.68	2968.20	2700.83	10901.87
C7R6U6D2	2816.94	703.63	2471.58	772.40	6764.55	C9R3U3D3	3624.10	357.23	1266.35	1175.94	6423.63	C10R3U2D1	4021.81	356.08	820.99	384.82	5583.70	C10R10U7D8	4015.05	1186.89	2945.12	3106.22	11253.32
C7R6U6D3	2781.25	702.57	2491.04	1165.49	7140.35	C9R3U3D4	3652.95	360.34	1277.03	1566.51	6856.84	C10R3U2D2	4032.17	357.84	810.77	771.68	5972.47	C10R10U7D9	3993.38	1189.24	2924.16	3491.87	11598.65
C7R6U6D4	2806.32	707.00	2483.16	1552.27	7548.75	C9R3U3D5	3636.44	359.27	1265.84	1941.84	7203.40	C10R3U2D3	4032.46	358.92	818.63	1170.21	6380.21	C10R10U7D10	4068.37	1186.45	2921.39	3892.51	12068.71
C7R6U6D5	2790.96	705.78	2517.77	1921.77	7936.27	C9R3U3D6	3640.21	356.85	1264.79	2319.02	7580.86	C10R3U2D4	4107.13	359.87	840.77	1540.52	6848.30	C10R10U8D1	4048.30	1190.72	3322.30	384.38	8945.69
C7R6U6D6	2760.80	703.25	2511.60	2339.35	8314.99	C9R3U3D7	3672.49	356.85	1274.32	2733.80	8037.47	C10R3U2D5	4034.52	358.21	848.90	1945.30	7186.93	C10R10U8D2	4013.64	1190.90	3385.30	773.63	9363.47
C7R6U6D7	2786.76	701.79	2476.15	2695.89	8660.60	C9R3U3D8	3333.73	360.64	1270.91	3107.16	8072.44	C10R3U2D6	4000.25	357.01	834.98	2281.34	7473.58	C10R10U8D3	3989.11	1190.03	3320.09	1172.78	9672.01
C7R6U7D1	2809.64	706.05	2919.37	385.63	6820.70	C9R3U3D9	3639.89	357.79	1259.97	3486.89	8744.54	C10R3U2D7	3670.83	377.92	688.83	2310.34	7047.92	C10R10U8D4	4039.71	1189.75	3335.12	1550.29	10114.87
C7R6U7D2	2780.69	707.36	2906.91	782.45	7177.40	C9R3U4D1	3684.06	355.35	1703.68	396.14	6139.23	C10R3U2D8	3278.33	361.11	819.76	3124.79	7583.99	C10R10U8D5	3988.21	1186.20	3349.81	1949.66	10473.89
C7R6U7D3	2764.08	703.56	2913.85	1141.40	7522.90	C9R3U4D2	3662.38	358.23	1666.73	796.33	6483.66	C10R3U2D9	3938.99	357.79	830.12	3511.30	8638.20	C10R10U8D6	3992.67	1189.07	3170.28	2330.16	10682.17
C7R6U7D4	2792.37	704.83	2926.01	1561.69	7984.89	C9R3U4D3	3628.96	360.34	1691.17	1183.70	6864.17	C10R3U2D10	4004.42	357.60	818.15	3890.79	9070.95	C10R10U8D7	4029.88	1190.27	3366.81	2692.42	11279.39
C7R6U7D5	2771.51	705.00	2889.66	1946.92	8313.09	C9R3U4D4	3673.56	356.61	1698.25	1574.20	7302.62	C10R3U3D1	4016.02	355.87	1254.77	398.15	6024.81	C10R10U8D8	4016.51	1191.03	3351.35	3093.04	11651.93
C7R6U7D6	2898.38	717.24	2925.99	2299.98	8841.59	C9R3U4D5	3643.42	356.57	1688.87	1945.08	7633.94	C10R3U3D2	4023.08	357.90	1276.46	762.64	6420.08	C10R10U8D9	4094.28	1188.71	3325.11	3469.91	12078.01
C7R6U7D7	2846.91	713.44	2929.74	2720.80	9210.89	C9R3U4D6	3626.06	357.86	1679.49	2346.49	8009.91	C10R3U3D3	4006.05	359.82	1224.02	1157.82	6747.71	C10R10U8D10	4021.92	1206.46	3383.58	3869.60	12481.62
C7R7U1D1	2860.09	834.90	416.81	387.16	4498.96	C9R3U4D7	3706.53	355.38	1695.82	2714.99	8472.72	C10R3U3D4	4068.11	356.46	1236.67	1564.42	7225.65	C10R10U9D1	4083.21	1187.76	3752.90	391.29	9415.16
C7R7U1D2	2829.34	831.08	417.63	779.84	4857.89	C9R3U4D8	3595.05	356.24	1685.09	3070.30	8706.69	C10R3U3D5	4030.67	356.25	1262.51	1947.41	7596.83	C10R10U9D2	4014.36	1192.42	3779.85	785.47	9772.09
C7R7U1D3	2812.86	832.97	423.70	1049.16	5118.68	C9R3U4D9	3655.51	359.53	1694.31	3479.73	9189.09	C10R3U3D6	3993.31	357.89	1264.40	2325.49	7941.09	C10R10U9D3	4107.15	1190.40	3760.08	1171.69	10229.34
C7R7U1D4	2837.55	837.04	421.25	1555.80	5651.64	C9R3U5D1	3661.01	357.66	2090.08	388.20	6496.95	C10R3U3D7	4003.31	358.38	1270.12	2735.88	8367.68	C10R10U9D4	4038.54	1190.44	3772.92	1557.05	10558.95
C7R7U1D5	2859.54	834.66	394.06	1931.99	6020.26	C9R3U5D2	3643.47	359.30	2078.00	773.69	6854.46	C10R3U3D8	3999.69	358.15	1262.26	3107.98	8728.09	C10R10U9D5	4056.95	1188.83	3778.51	1950.42	10974.71
C7R7U1D6	2870.92	833.46	421.57	2321.13	6447.08	C9R3U5D3	3693.25	356.87	2116.28	1186.63	7353.02	C10R3U3D9	3997.59	357.40	1267.34	3485.05	9107.38	C10R10U9D6	4015.44	1188.64	3801.58	2337.84	11343.45
C7R7U1D7	2888.90	833.84	419.61	2690.90	6833.25	C9R3U5D4	3670.14	356.00	2115.06	1578.77	7719.98	C10R3U3D10	4017.01	355.88	1236.87	3919.00	9528.76	C10R10U9D7	4039.02	1186.80	3726.30	2723.32	11675.44
C7R7U2D1	2881.48	831.95	826.88	385.03	4925.35	C9R3U5D5	3648.63	356.52	2091.98	1916.84	8013.97	C10R3U4D1	3995.25	358.18	1675.59	392.11	6421.14	C10R10U9D8	4092.44	1187.16	3784.33	3119.70	12183.62
C7R7U2D2	2843.53	833.98	853.42	772.88	5303.81	C9R3U5D6	3713.02	358.39	2087.26	2322.78	8481.45	C10R3U4D2	4075.20	356.28	1661.36	788.97	6881.82	C10R10U9D9	4049.14	1184.22	3755.72	3445.58	12434.67
C7R7U2D3	2816.71	834.83	855.84	1177.77	5685.16	C9R3U5D7	3672.46	357.68	2114.98	2760.69	8905.81	C10R3U4D3	3965.76	359.90	1668.10	1169.09	7162.85	C10R10U9D10	4077.92	1191.69	3754.27	3893.18	12917.06
C7R7U2D4	2888.44	839.80	841.29	1558.66	6128.19	C9R3U5D8	3625.37	357.65	2078.71	3138.73	9200.46	C10R3U4D4	3995.86	352.56	1669.71	1564.11	7582.24	C10R10U10D1	4049.50	1186.11	4183.67	385.64	9804.92
C7R7U2D5	2873.43	837.09	853.72	1954.40	6518.64	C9R3U5D9	3624.51	356.45	2112.82	3489.39	9583.16	C10R3U4D5	3961.60	353.27	1664.97	1933.37	7913.22	C10R10U10D2	4005.02	1187.88	4224.71	772.99	10190.66
C7R7U2D6	2845.20	836.00	849.31	2304.53	6835.04	C9R3U6D1	3640.11	358.53	2537.65	403.33	6939.62	C10R3U4D6	3979.53	353.59	1650.57	2353.41	8337.11	C10R10U10D3	4001.68	1188.81	3858.48	1110.27	10159.24
C7R7U2D7	2845.58	839.98	842.03	2744.46	7272.05	C9R3U6D2	3623.17	357.22	2522.10	780.22	7282.72	C10R3U4D7	3945.95	352.05	1665.04	2712.72	8675.77	C10R10U10D4	4015.19	1186.56	4196.75	1547.29	10945.79
C7R7U3D1	2800.97	836.94	1240.81	357.60	5236.32	C9R3U6D3	3674.15	355.82	2515.40	1172.21	7717.58	C10R3U4D8	3978.97	354.61	1673.80	3114.26	9121.64	C10R10U10D5	3997.09	1192.57	4202.34	1931.36	11323.36
C7R7U3D2	2809.08	836.03	1265.93	788.58	5699.62	C9R3U6D4	3720.15	357.29	2522.70	1581.38	8181.51	C10R3U4D9	3947.40	352.85	1657.02	3491.35	9448.61	C10R10U10D6	4125.35	1191.93	4188.47	2338.18	11843.92
C7R7U3D3	2867.87	833.15	1249.58	1186.36	6136.96	C9R3U6D5	3704.14	357.65	2523.25	1938.94	8523.97	C10R3U4D10	3947.16	352.79	1677.22	3883.07	9860.24	C10R10U10D7	4035.60	1187.90	4197.85	2707.02	12128.37
C7R7U3D4	2875.24	833.73	1237.71	1541.99	6488.67	C9R3U6D6	3664.25	357.63	2512.08	2332.60	8866.57	C10R3U5D1	4053.64	357.02	2112.09	381.64	6904.38	C10R10U10D8	4036.23	1190.14	4167.75	3096.95	12491.06
C7R7U3D5	2865.55	836.60	1247.76	1944.12	6894.03	C9R3U6D7	3694.96	358.64	2539.60	2749.32	9342.52	C10R3U5D2	4006.37	356.97	2100.95	788.92	7253.21	C10R10U10D9	4040.04	1188.71	4173.37	3498.63	12900.75
C7R7U3D6	2838.22	833.71	1228.12	2320.60	7220.64	C9R3U6D8	3620.85	357.96	2508.80	3113.90	9601.50	C10R3U5D3	4049.42	357.68	2088.66	1180.87	7676.63	C10R10U10D10	4013.19	1191.18	4174.34	3863.82	13242.54
C7R7U3D7	2842.11	835.80	1255.61	2713.48	7647.00	C9R3U6D9	3623.78	356.64	2506.19	3513.64	10000.26	C10R3U5D4	4037.26	358.68	2104.88	1557.20	8058.02						
C1R1U1D1	460.63	236.65	472.54	433.99	1603.81	C9R3U7D1	3630.23	359.98	2936.80	375.25	7302.27	C10R3U5D5	3993.60	352.55	2086.54	1918.91	8351.59						

Tableau-A IV-2 Temps d'exécution total (en seconde) des requêtes SQL *insert* (I), *select* (S), *update* (U) et *delete* (D) exécutées entre 1000 et 4000 fois dans les séquences CRUD, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans le nuage privé

Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT	Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT
C1R1U1D1	37.930	1.683	43.526	64.021	147.161	**C4R2U1D1**	158.962	3.111	41.861	38.542	242.477
C2R1U1D1	76.317	1.668	38.956	46.287	163.228	**C4R2U1D2**	160.676	3.619	42.513	94.614	301.422
C2R1U1D2	74.124	1.549	41.515	84.966	202.153	**C4R2U1D3**	170.246	3.493	38.900	128.876	341.516
C2R1U2D1	85.599	2.247	82.147	40.220	210.212	**C4R2U1D4**	165.291	3.086	40.651	164.521	373.550
C2R1U2D2	84.472	3.201	82.456	91.233	261.363	**C4R2U2D1**	161.337	3.016	78.861	42.907	286.120
C2R2U1D1	90.565	5.026	50.080	39.451	185.122	**C4R2U2D2**	169.468	3.289	77.258	89.763	339.778
C2R2U1D2	84.246	4.514	41.023	79.238	209.020	**C4R2U2D3**	170.252	3.641	80.541	122.808	377.241
C2R2U2D1	85.940	3.803	78.445	46.005	214.193	**C4R2U2D4**	160.412	3.383	79.676	168.107	411.578
C2R2U2D2	77.144	3.651	83.796	79.057	243.649	**C4R2U3D1**	166.008	3.070	123.065	40.971	333.114
C3R1U1D1	129.444	1.880	36.952	43.438	211.713	**C4R2U3D2**	163.930	3.453	121.017	87.202	375.601
C3R1U1D2	122.048	2.524	42.481	89.094	256.147	**C4R2U3D3**	162.918	4.669	119.381	131.819	418.787
C3R1U1D3	133.179	1.746	39.464	130.351	304.741	**C4R2U3D4**	174.548	3.166	125.216	171.793	474.723
C3R1U2D1	121.018	1.691	76.589	39.416	238.714	**C4R2U4D1**	167.362	3.766	159.283	42.007	372.417
C3R1U2D2	114.760	1.714	83.399	84.074	283.947	**C4R2U4D2**	166.765	3.168	157.958	86.506	414.397
C3R1U2D3	128.313	1.637	79.972	126.227	336.150	**C4R2U4D3**	169.317	3.637	164.275	128.371	465.600
C3R1U3D1	122.742	1.781	124.829	41.410	290.762	**C4R2U4D4**	172.383	3.761	160.324	171.552	508.019
C3R1U3D2	123.209	1.985	118.365	81.979	325.538	**C4R3U1D1**	163.438	7.041	39.074	46.802	256.356
C3R1U3D3	116.064	1.648	128.297	129.636	375.644	**C4R3U1D2**	178.628	7.103	39.162	91.295	316.189
C3R2U1D1	125.584	3.568	42.117	41.991	213.261	**C4R3U1D3**	175.270	6.569	38.944	133.675	354.458
C3R2U1D2	203.389	3.577	52.608	107.906	367.480	**C4R3U1D4**	172.517	6.717	37.663	173.049	389.947
C3R2U1D3	174.660	5.385	58.153	230.469	468.667	**C4R3U2D1**	175.064	8.217	79.816	47.360	310.456
C3R2U2D1	155.640	3.686	100.191	44.418	303.934	**C4R3U2D2**	168.179	11.670	77.134	91.224	348.208
C3R2U2D2	130.604	3.363	96.097	96.658	326.723	**C4R3U2D3**	170.074	7.381	80.983	128.147	386.585
C3R2U2D3	157.967	3.506	98.790	132.232	392.496	**C4R3U2D4**	165.896	5.923	83.938	174.850	430.607
C3R2U3D1	120.729	4.262	129.107	45.159	299.258	**C4R3U3D1**	169.929	6.350	122.006	40.075	338.360
C3R2U3D2	128.623	3.295	123.067	86.912	341.897	**C4R3U3D2**	160.443	6.067	125.840	88.459	380.809
C3R2U3D3	130.177	3.240	122.371	121.427	377.216	**C4R3U3D3**	172.443	8.218	120.798	118.985	420.444
C3R3U1D1	122.361	4.995	42.799	39.727	209.882	**C4R3U3D4**	154.365	5.746	123.057	170.228	453.396
C3R3U1D2	129.553	6.653	38.165	86.391	260.763	**C4R3U4D1**	160.765	5.991	163.269	45.288	375.314
C3R3U1D3	122.819	5.578	42.394	124.850	295.641	**C4R3U4D2**	174.930	6.042	162.245	81.136	424.354
C3R3U2D1	121.281	6.710	81.308	40.437	249.736	**C4R3U4D3**	175.007	6.230	161.745	132.470	475.453
C3R3U2D2	119.059	4.940	85.893	79.460	289.351	**C4R3U4D4**	184.728	6.713	165.807	179.584	536.832
C3R3U2D3	115.618	6.153	92.854	125.036	339.662	**C4R4U1D1**	167.791	11.880	36.146	44.227	260.044
C3R3U3D1	118.996	6.203	119.841	46.924	291.964	**C4R4U1D2**	170.126	8.018	36.918	84.674	299.735
C3R3U3D2	124.539	8.647	125.538	87.911	346.635	**C4R4U1D3**	170.674	12.925	41.229	129.369	354.198
C3R3U3D3	130.335	4.522	122.336	121.637	378.831	**C4R4U1D4**	173.794	9.744	38.375	242.113	464.026
C4R1U1D1	166.189	1.518	41.616	39.890	249.213	**C4R4U2D1**	157.509	9.213	81.908	39.877	288.507
C4R1U1D2	157.332	2.209	42.389	89.772	291.702	**C4R4U2D2**	156.149	8.323	83.857	86.072	334.401
C4R1U1D3	160.452	1.542	40.306	127.055	329.355	**C4R4U2D3**	174.257	10.597	80.384	134.553	399.792
C4R1U1D4	154.795	2.085	43.398	169.043	369.321	**C4R4U2D4**	160.592	8.249	80.404	163.957	413.202
C4R1U2D1	173.796	1.534	79.939	47.793	303.062	**C4R4U3D1**	166.406	7.751	121.682	41.418	337.257
C4R1U2D2	175.139	1.591	78.201	89.715	344.645	**C4R4U3D2**	163.759	7.425	123.432	89.969	384.585
C4R1U2D3	166.185	1.604	84.512	133.023	385.325	**C4R4U3D3**	171.368	8.272	120.510	122.896	423.046
C4R1U2D4	171.239	2.059	81.563	172.949	427.810	**C4R4U3D4**	166.876	12.151	125.744	172.250	477.021
C4R1U3D1	164.907	1.616	121.301	46.242	334.066	**C4R4U4D1**	172.178	12.146	164.065	39.402	387.791
C4R1U3D2	173.637	1.519	122.769	80.069	377.995	**C4R4U4D2**	156.211	13.865	163.244	81.638	414.958
C4R1U3D3	160.533	1.504	120.555	130.019	412.612	**C4R4U4D3**	152.203	10.741	166.118	123.042	452.104
C4R1U3D4	165.682	1.871	124.544	172.910	465.008	**C4R4U4D4**	160.834	10.286	164.350	171.412	506.883
C4R1U4D1	174.624	1.669	166.221	46.187	388.701						
C4R1U4D2	162.015	1.942	162.590	80.252	406.800						
C4R1U4D3	154.855	1.617	165.906	127.435	449.813						
C4R1U4D4	159.777	1.652	165.246	164.183	490.859						

Tableau-A IV-3 Énergie totale (en joule) consommée par les requêtes SQL *insert* (I), *select* (S), *update* (U) et *delete* (D) exécutées entre 1000 et 4000 fois dans les séquences CRUD, mesurées par *System.nanotime* lors des conditions standards S3 et sauvegardées dans le nuage privé

Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT	Séquences CRUD	I	S	U	D	TOT
C1R1U1D1	1847.515	4.363	3901.703	1037.140	6790.721	**C4R2U1D1**	7742.717	8.065	3752.425	624.388	12127.595
C2R1U1D1	3717.256	4.323	3492.025	749.849	7963.452	**C4R2U1D2**	7826.211	9.381	3810.855	1532.753	13179.200
C2R1U1D2	3610.430	4.014	3721.380	1376.442	8712.266	**C4R2U1D3**	8292.363	9.054	3487.020	2087.794	13876.231
C2R1U2D1	4169.336	5.825	7363.636	651.557	12190.353	**C4R2U1D4**	8051.014	8.000	3643.998	2665.236	14368.248
C2R1U2D2	4114.474	8.298	7391.341	1477.978	12992.091	**C4R2U2D1**	7858.384	7.817	7069.063	695.085	15630.349
C2R2U1D1	4411.253	13.027	4489.136	639.106	9552.522	**C4R2U2D2**	8254.451	8.526	6925.371	1454.163	16642.511
C2R2U1D2	4103.430	11.699	3677.302	1283.651	9076.083	**C4R2U2D3**	8292.622	9.437	7219.662	1989.482	17511.202
C2R2U2D1	4185.949	9.858	7031.808	745.277	11972.893	**C4R2U2D4**	7813.363	8.769	7142.123	2723.329	17687.583
C2R2U2D2	3757.528	9.465	7511.465	1280.729	12559.186	**C4R2U3D1**	8085.910	7.958	11031.569	663.725	19789.162
C3R1U1D1	6304.955	4.872	3312.353	703.699	10325.879	**C4R2U3D2**	7984.689	8.949	10847.993	1412.665	20254.296
C3R1U1D2	5944.715	6.541	3808.025	1443.325	11202.605	**C4R2U3D3**	7935.402	12.102	10701.313	2135.473	20784.290
C3R1U1D3	6486.871	4.526	3537.573	2111.691	12140.661	**C4R2U3D4**	8501.897	8.206	11224.318	2783.055	22517.476
C3R1U2D1	5894.542	4.383	6865.481	638.536	13402.942	**C4R2U4D1**	8151.846	9.760	14278.118	680.511	23120.234
C3R1U2D2	5589.737	4.442	7475.901	1361.997	14432.077	**C4R2U4D2**	8122.809	8.210	14159.360	1401.390	23691.769
C3R1U2D3	6249.871	4.242	7168.730	2044.884	15467.728	**C4R2U4D4**	8396.414	9.748	14371.488	2779.135	25556.785
C3R1U3D1	5978.537	4.617	11189.678	670.836	17843.668	**C4R3U1D1**	7960.743	18.251	3502.620	758.198	12239.812
C3R1U3D2	6001.265	5.144	10610.263	1328.055	17944.727	**C4R3U1D2**	8700.620	18.411	3510.485	1478.983	13708.499
C3R1U3D3	5653.224	4.271	11500.501	2100.095	19258.091	**C4R3U1D3**	8537.061	17.028	3490.907	2165.535	14210.530
C3R2U1D1	6116.969	9.248	3775.409	680.261	10581.888	**C4R3U1D4**	8402.950	17.410	3376.141	2803.401	14599.902
C3R2U1D2	9906.647	9.273	4715.765	1748.084	16379.768	**C4R3U2D1**	8526.999	21.297	7154.696	767.227	16470.219
C3R2U1D3	8507.349	13.959	5212.800	3733.593	17467.701	**C4R3U2D2**	8191.659	30.248	6914.312	1477.837	16614.057
C3R2U2D1	7580.918	9.553	8981.092	719.570	17291.133	**C4R3U2D3**	8283.965	19.130	7259.320	2075.983	17638.399
C3R2U2D2	6361.450	8.718	8614.152	1565.866	16550.186	**C4R3U2D4**	8080.455	15.353	7524.242	2832.562	18452.613
C3R2U2D3	7694.265	9.089	8855.558	2142.160	18701.072	**C4R3U3D1**	8276.889	16.458	10936.656	649.216	19879.219
C3R2U3D1	5880.466	11.048	11573.153	731.584	18196.250	**C4R3U3D2**	7814.844	15.726	11280.316	1433.028	20543.915
C3R2U3D2	6264.960	8.541	11031.718	1407.976	18713.195	**C4R3U3D3**	8399.364	21.301	10828.350	1927.559	21176.574
C3R2U3D3	6340.641	8.399	10969.358	1967.125	19285.523	**C4R3U3D4**	7518.786	14.895	11030.820	2757.700	21322.201
C3R3U1D1	5959.941	12.948	3836.534	643.571	10452.993	**C4R3U4D1**	7830.545	15.529	14635.458	733.671	23215.203
C3R3U1D2	6310.270	17.246	3421.116	1399.536	11148.167	**C4R3U4D2**	8520.504	15.661	14543.634	1314.411	24394.210
C3R3U1D3	5982.277	14.458	3800.201	2022.566	11819.503	**C4R3U4D3**	8524.264	16.149	14498.865	2146.008	25185.287
C3R3U2D1	5907.349	17.393	7288.450	655.081	13868.273	**C4R3U4D4**	8997.746	17.399	14862.928	2909.263	26787.337
C3R3U2D2	5799.117	12.803	7699.436	1287.250	14798.607	**C4R4U1D1**	8172.762	30.792	3240.143	716.473	12160.170
C3R3U2D3	5631.537	15.949	8323.472	2025.581	15996.539	**C4R4U1D2**	8286.480	20.784	3309.294	1371.714	12988.271
C3R3U3D1	5796.078	16.078	10742.513	760.169	17314.839	**C4R4U1D3**	8313.184	33.503	3695.801	2095.778	14138.266
C3R3U3D2	6066.069	22.412	11253.265	1424.154	18765.901	**C4R4U1D4**	8465.160	25.256	3439.915	3922.238	15852.570
C3R3U3D3	6348.359	11.722	10966.187	1970.523	19296.791	**C4R4U2D1**	7671.950	23.879	7342.229	646.011	15684.068
C4R1U1D1	8094.735	3.935	3730.495	646.212	12475.377	**C4R4U2D2**	7605.683	21.574	7516.928	1394.369	16538.554
C4R1U1D2	7663.312	5.726	3799.716	1454.311	12923.064	**C4R4U2D3**	8487.731	27.468	7205.594	2179.765	17900.559
C4R1U1D3	7815.311	3.996	3613.065	2058.289	13490.660	**C4R4U2D4**	7822.110	21.381	7207.425	2656.111	17707.027
C4R1U1D4	7539.758	5.404	3890.224	2738.490	14173.876	**C4R4U3D1**	8105.304	20.091	10907.540	670.971	19703.905
C4R1U2D1	8465.259	3.977	7165.735	774.247	16409.218	**C4R4U3D2**	7976.361	19.246	11064.485	1457.492	20517.585
C4R1U2D2	8530.659	4.123	7009.921	1453.378	16998.080	**C4R4U3D3**	8347.010	21.441	10802.483	1990.911	21161.845
C4R1U2D3	8094.559	4.159	7575.672	2154.972	17829.363	**C4R4U3D4**	8128.187	31.495	11271.730	2790.449	22221.861
C4R1U2D4	8340.697	5.337	7311.324	2801.774	18459.132	**C4R4U4D1**	8386.464	31.483	14706.744	638.317	23763.008
C4R1U3D1	8032.303	4.189	10873.430	749.117	19659.040	**C4R4U4D2**	7608.725	35.938	14633.181	1322.534	23600.378
C4R1U3D2	8457.532	3.938	11005.056	1297.115	20763.641	**C4R4U4D3**	7413.527	27.841	14890.819	1993.276	24325.462
C4R1U3D3	7819.261	3.898	10806.558	2106.313	20736.029	**C4R4U4D4**	7833.922	26.662	14732.356	2776.880	25369.820
C4R1U3D4	8070.061	4.851	11164.086	2801.145	22040.143						
C4R1U4D1	8505.589	4.326	14900.056	748.226	24158.197						
C4R1U4D2	7891.443	5.033	14574.587	1300.084	23771.149						
C4R1U4D3	7542.678	4.193	14871.788	2064.442	24483.101						
C4R1U4D4	7782.431	4.282	14812.678	2659.769	25259.160						

LISTE DE RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Abood, Dave et al. 2010. « Cloud computing and sustainability: The environmental benefits of moving to the cloud ». In *Accenture*. En ligne. <http://www.accenture.com/Site CollectionDocuments/PDF/Accenture_Sustainability_Cloud_Computing_The EnvironmentalBenefitsofMovingtotheCloud.pdf>. Consulté le 11 juillet 2014.

Abu, Najah Ali, et Mervat Abu-Elkheir. 2012. « Data management for the Internet of Things: Green directions ». In *Globecom Workshops (GC Wkshps), 2012 IEEE.* (Anaheim, CA, déc 3-7 2012), p. 386-390. IEEE.

Acharya, Anurag, Guy Edjlali et Joel Saltz. 1997. « The utility of exploiting idle workstations for parallel computation ». *SIG-METRICS Perform. Eval. Rev.*, vol. 25, n° 1, (juin), p. 225-234.

Adhikary, Tamal, Amit Kumar Das, Abdur Razzaque et A M Jehad Sarkar. 2013. « Energy-Efficient Scheduling Algorithms for Data Center Resources in Cloud Computing ». In *High Performance Computing and Communications & 2013 IEEE International Conference on Embedded and Ubiquitous Computing (HPCC_EUC), 2013 IEEE 10th International Conference*. (Zhangjiajie, Chine, nov 13-15 2013), p. 1715-1720. IEEE.

Armbrust¸ Michael et al. 2009. « Above the Clouds: A Berkeley View of Cloud Computing». In *Communications of the ACM*, vol. 53, n°4, avril 2010, p. 50-58.

Anasuya, Threse Innocent. 2012. « Cloud Infrastructure Service Management – A Review ». *International Journal of Computer Science Issues (IJCSI)*, vol. 9, n° 2, (mars), p. 287-292.

Anderson, Janna Quitney et Lee Rainie. 2010. *The future of cloud computing*. « Pew Internet & American Life Project: Imagining the Internet Center », 11 juin 2010, Washington, 25 p. En ligne. <http://www.elon.edu/docs/e-web/predictions/expertsurveys/2010 survey/PIP_Future_of_Internet_2010_cloud.pdf>. Consulté le 8 août 2014.

Bachour, Nathalie et Larry Chasteen. 2010. « Optimizing the value of green IT projects within organizations ». In *Green Technologies Conference, 2010 IEEE*. (Grapevine, Texas, avril 15-16 2010), p. 1-10.

Bailey, Michelle, Lucinda Borovick, Matthew Eastwood, Vernon Turner, Tim Grieser et Robert C. Gray. 2007. *Special Study: Data Center of the Future*. « IDC » No. 06C4799, avril 2007, 60 p.

Rapport-Gratuit.com

Baliga, Jayant, Robert W A Ayre, Kerry Hinton et Rodney S Tucker. 2011. « Green Cloud Computing: Balancing Energy in Processing, Storage, and Transport », *Proceedings of the IEEE*, vol. 99, n°1, p. 149-167.

Banerjee, Ayan, Tridib Mukherjee, Georgios Varsamopoulos, et Sandeep K. S. Gupta. 2010. « Cooling-aware and thermal-aware workload placement for green HPC data centers ». In *International Conference on Green Computing*. (Chicago, Illinois, août 15-18 2010), p. 245-256. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.

Barnitzke, Benno, Marcelo Corrales, Andrew Donoghue, Nikolaus Forgó et Andy Lawrence. 2010. *D7.2.11 Cloud Legal Guidelines*. « Project » No 257115, Optimis, 142p.

Barroso, Luiz André et Urs Hölzle. 2009. « The Datacenter as a Computer: An Introduction to the Design of Warehouse-Scale Machines ». In *Synthesis Lectures on Computer Architecture*,sous la dir. de Margaret Martonosi et Mark D. Hill, p. 1-107. Wisconsin (USA) : Morgan & Claypool Publishers series.

Beaty, Don. 2005. « ASHRAE Committee Formed to Establish Thermal Guidelines for Datacom Facilities ». In *Electronics Cooling*. En ligne.< http://www.electronics-cooling.com/2005/02/ashrae-committee-formed-to-establish-thermal-guidelines-for-datacom-facilities/ >. Consulté le 8 août 2014.

Belady L, Christian. 2011. « Projecting Annual New Data Center Construction Market Size ». En ligne. <http://www.globalfoundationservices.com/infrastructure/documents Projecting_Annual_New_Data_Center_Construction_PDF.pdf >. Consulté le 8 août 2014.

Beloglazov, Anton, Rajkumar Buyya, Young Choon Lee et Albert Zomaya. 2011. « A Taxonomy and Survey of Energy-Efficient Data Centers and Cloud computing Systems ». *Advances in Computers*, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

Benghozi, Pierre-Jean, Sylvain Bureau et Françoise Massit-Folléa. 2009. *L'Internet des objets, Éditions de la maison des sciences de l'homme*, Paris France, 2009.

Berl, Andreas, ErolGelenbe, Marco di Girolamo, Giovanni Giuliani, Hermann de Meer, Minh Quan Dang, et Kostas Pentikousis, 2010. « Energy-Efficient CloudComputing». *The Computer Journal*, vol. 53 n° 7, p. 1045-1051.

Bernal, Edward. 2014. « Relational Database Design and Performance Tuning for DB2 Database Servers ». Tivoli Software, 35 p.

Bertoldi, Paolo. 2011. « The European Code of Conduct for Energy Efficiency in Data Centre ». In *European Commission*, 2011. En ligne. <http://iet.jrc.ec.europa.eu/ energyefficiency/sites/energyefficiency/files/data_centre coc_folder.pdf >. Consulté le 15 juillet 2014.

Beesley, Dave. 2011. « Data backup: don't let it get your back up ». In *businesswing.co.uk*. En ligne < http://www.businesswings.co.uk/articles/Data-backup-dont-let-it-get-your-back-up?singlePageView=true >. Consulté le 8 août 2014.

Bellavista, Paolo, Antonio Corradi, Luca Foschini et Alessandro Pernafini. «Data Distribution Service (DDS): a performance comparison of OpenSplice and RTI implementations ». In *Computers and Communications (ISCC), 2013 IEEE Symposium* (Split, Croatie, Juil 10 2013), p. 377–383.

Besson, Éric et Éric Boustouller. 2011. Datacenters et Développement Durable : État de l'art et perspectives. « Livre vert» No 6., Syntec Numérique, 21p.

Blackburn, Stephen M, Perry Cheng et Kathryn S McKinley. 2004. « Myths and realities: The performance impact of garbage collection ». *ACM SIGMETRICS Performance Evaluation Review*, vol. 32, n° 1, (juin), p. 25-36.

Bolla, Raffaele, Roberto Bruschi, Franco Davoli et Flavio Cucchietti. 2011. « Energy Efficiency in the Future Internet: A Survey of Existing Approaches and Trends in Energy Aware Fixed Network Infrastructures ». *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 13, n° 2, p. 223-244.

Bordage, Fred. 2010. « Energy Star for Data Centers ». In *ZDNet.fr*. En ligne. <http://www.zdnet.fr/actualites/energy-star-for-data-centers-en-juin-39712993.htm>. Consulté le 8 août 2014.

Bouhouch, Rim, Zouhaira Abdellaoui, Amel Ncira, Houda Jaouani et Salem Hasnaoui. « Data Distribution Service connectors for Software Defined Radio ». In *Networks, Computers and Communications, The 2014 International Symposium* (Hammamet, Tunisie, Juin 17-19 2014), p. 1-4.

Bourguiba, Manel, Kamel Haddadou, Ines El Korbi et Guy Pujolle. 2014. « Improving Network I/O Virtualization for Cloud Computing ». IE*EE Transactions on Parallel À and Distributed Systems*, vol. 25, n° 3 (mars), p. 673-81.

Breuil, Henri, Daniel Burette et Bernard Flüry-Hérard. 2008. *Rapport TIC et Développement durable*, « Rapport » No IV-1.6-2008 : Ministère de l'Économie, de l'Industrie et de l'Emploi, Conseil général des Technologies de l'information, France, décembre 2008, 96 p.

Brodkin, Jon. 2008. « Economy driving green IT initiatives ». *Network World,* vol. 25, n° 49, p. 16.

Bryant, Randal E. 2007. *Data-Intensive Supercomputing: The Case for DISC*. « Technical paper », CMU-CS-07-128. Pittsburgh, PA: Carnegie Mellon University.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Buyya, Rajkumar, Chee Shin Yeo etSrikumarVenugopal. 2008. « Market-oriented Cloud computing: Vision, hype, and reality for delivering it services as computing utilities ». In *Proceedings of the 10th IEEE International Conference on High Performance Computing and Communications*.(Dalian, Chine, sept 25-27 2008), p. 5-13. IEEE.

Cappuccio, David et Lynn Craver. 2007. « The Data Center Power and Cooling Challenge ». In *Gartner.*

Capra, Eugenio et Francesco Merlo, 2009. « Green IT: Everything Starts from the Software ». *European Conference on Information Systems*. (Verona, Italie 2009), p. 62-73.

Carbon Disclosure Projet. 2010. « Information Technology sector report Covering Global 500, S&P 500 and FTSE 350 respondents ». En ligne.<https://www.cdproject.net/CDPResults/CDP-2010-Sector-Report-Information-Technology.pdf>. Consulté le 8 août 2014.

Carbon Trust. 2007. « Carbon Footprinting: an introduction for organisations ». En ligne.<http://www.carbontrust.co.uk/publications/publicationdetail?productid=CTV033>. Consulté le 8 août 2014.

Chang, BaoRong, Hsiu-Fen Tsai, Chi-Ming Chen, Zih-Yao Lin et Chien-Feng Huang. 2012. « Assessment of Hypervisor and Shared Storage for Cloud Computing Server ». In *Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications (IBICA), 2012 Third International Conference*. (Kaohsiung, République de Chine, sept 26-28 2012), p. 67-72. IEEE.

Chang, Fay et al. 2006. « Bigtable: A distributed storage system for structured data ». In *Proceedings of the 7th symposium on Operating systems design and implementation*. (Seattle, Wahsington, nov 6-8 2006), p. 205-218. Berkeley, CA, USA :USENIX Association.

Chang, Victor, John Robert Walters et Gary Wills. 2012. « Cloud Storage in a private cloud deployment: Lessons for Data Intensive research (Best student paper) ». In, *The second international conference on Cloud Computing and Service Sciences (CLOSER 2012).* (Porto, Portugale, mai 31 2012), p. 1-11.

Chase, Jeffrey S, Darrell C Anderson, Prachi N Thakar, Amin M Vahdat et Ronald P Doyle. 2001. « Managing energy and server resource in hosting centers ». *ACM SIGOPS Operating Systems Review*, vol. 35, n° 5, (décembre), p. 103-116.

Chauhan, V, A Chauhan, S Kapoor, S Agrawa et R.R. Singh. 2011. « Motivation for Green computer, methods used in computer science program ». In *National Postgraduate Conference (NPC), 2011*. (Kuala Lumpur, Malaisie, sept 19-20 2011), p. 1-5.

Chen, Dehao, Neil Vachharajani, Robert Hundt, Shih-wei Liao et Vinodha Ramasamy. 2010. « Taming hardware event samples for compilation ». In *Proceedings of the 8th annual IEEE/ACM international symposium on Code generation and optimization.* (Toronto, ON, Canada, avril 24-28 2010), p. 42-52.

Chen, Feifei, John Grundy, Jean-Guy Schneider et Yun Yang and Qiang He. 2014. « Automated Analysis of Performance and Energy Consumption for Cloud Applications ». In *Proceedings of the 5th ACM/SPEC international conference on Performance engineering*. (Dublin, Irlande, mars 23-26 2015), p. 39-50.

Cook, Gary. 2012. *How Clean is Your Cloud?*. « Greenpeace International Tech. Rep », Amsterdam (Pays-Bas): Greenpeace International, 52 p.

Curry, Edward, Gerard Conway, Brian Donnellan, Charles Sheridan et Keith Ellis. 2013. « Measuring energy efficiency practices in mature data center: A maturity model approach ». In *Computer and Information Sciences III - 27th International Symposium on Computer and Information Sciences, ISCIS* (Paris, France, oct 3-4 2012), p 51-61.

D'Souza, Jude, Paul A Stirpe et Michael Madigan. 2006. « A Low Cost, Highly Reliable Virtual Network Storage System». In Systems, Applications and Technology Conference, 2006. LISAT 2006. IEEE Long Island. (Long Island, New York, mai 5-5 2006), p. 1-7.

Dalapati, Poulami et G Sahoo. 2013. « Green Solution for Cloud Computing with Load Balancing and Power Consumption Management ». *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 3, n° 3 (mars), p 353-359.

Dedrick, Jason. 2010. « Green IS: Concepts and Issues for Information Systems Research ». *Communications of the Association for Information Systems*, vol. 27, p. 173-183.

Dell, Intel et Blackboard. 2007. Simplified IT: The Dell/Blackboard Solution For Education. « A White Paper ». En ligne. < http://www.dell.com/downloads/global/solutions/ public/White_Papers/hied_blackboard_whitepaper.pdf >. Consulté le 19 août 2014. 22 p.

De Vogeleer, Karel, Gerard Memmi, Pierre Jouvelot et Fabien Coelho. 2014. « The Energy/Frequency Convexity Rule: Modeling and Experimental Validation on Mobile Devices ». In *Parallel Processing and Applied Mathematics*, sous la dir. de Wyrzykowski, Roman, Jack Dongarra, Konrad Karczewski et Jerzy Waśniewski, p. 793-803. Paris, France: Springer Berlin Heidelberg.

DeVore C., Andrew. 2010. « Cloud Computing: Privacy Storm on the Horizon? ». *ALB. L.J. SC. & TECH.*, vol. 20, n° 2, p. 365-391.

Dhiman, Gaurav, Giacomo MarchettietTajanaRosing. 2009. « vGreen: a system for energy efficient computing in virtualized environments ». In *Proceedings of the 14th ACM/IEEE International symposium on Low power electronics and design.*(New York, 2009), p. 243–248. New York: ACM.

Dixon, W J. 1950. « Analysis of extreme values ». *Annals of Mathematical Statistics,* vol. 21, n° 5, p. 488-506

Dobson, Steve. 2014. « Cloud technology as a green solution ». In *Cloud Technology Solutions*. En ligne. <http://www.cloudsolutions.co.uk/news-and-events/cloud-technology-as-a-green-solution?___store=us>. Consulté le 8 août 2014.

Domingues, Patricio, Paulo Marques et Luis Silva. 2005. « Resource usage of windows computer laboratories ». In *Parallel Processing, 2005. ICPP 2005 Workshops. International Conference Workshops.* (juin 14-17 2005), p. 469-476.

Dumitru, Julia, Ioana fagarasan, Sergiu Iliescu, Yanis Hadj Said et Stéphane Ploix. 2011. « Increasing Energy Efficiency in Data Centers using Energy Management ». In *Green Computing and Communications (GreenCom), 2011 IEEE/ACM International Conference.* (Sichuan, Chine août 4-5 2011), p. 159-165, IEEE.

Eco-Info. 2011. « Datacentres : guide des bonnes pratiques pour améliorer son efficience énergétique ». In *CNRS, France.* En ligne. < http://www.eco-info.org/spip.php? article133>. Consulté le 8 août 2014.

Emerson Network Power. 2009. « Energy Logic: Reducing Data Center Energy Consumption by Creating Savings that Cascade Across Systems ». In *A White Paper from the Experts in Business-Critical Continuity*. En ligne. <http://www.emerson networkpower.com/documentation/en-us/latest thinking/edc/documents/ white%20 paper/energylogicreducingdatacenterenergyconsumption.pdf >. Consulté le 8 août 2014.

Fanara, Andrew. 2007. *Report to Congress on server and datacenter energy efficiency.* « Public Law », No. 109-431: U.S. Environmental Protection Agency, ENERGY STAR Program, 130 p.

Ferland, Jean-François. 2011. « Informatique en nuage : importante adhésion des PME d'ici 2015, prédit Gartner ». In *Direction informatique*. En ligne. <http://www.direction informatique.com/DI/client/fr/DirectionInformatique/Nouvelles.asp?id=62222>. Consulté le 8 août 2014.

Forrest, William, James M Kapland et Noah Kindler. 2008. « How to cut data centre carbon emissions? », In *ComputerWeekly.com*. En ligne. <http://www.computerweekly.com /feature/How-to-cut-data-centre-carbon-emissions>. Consulté le 8 août 2014.

Foster, Ian, Yong Zhao, Ioan Raicu et Shiyong Lu. 2008. « Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared ». In *Grid Computing Environments Workshop, 2008. GCE '08.* (Austin, Texas, nov 12-16 2008), p. 1-10.

Geelan, Jeremy. 2008. « Twenty one experts define cloud computing ». *Virtualization Journal*. En ligne. (août 2008). <http://virtualization.sys-con.com/node/612375>. Consulté le 8 août 2014.

Godmar Back. 2005. « The KaffeOS Java runtime system ». *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*, vol.27, n° 4, (juillet), p. 583-630.

Greenberg, Steve, Evan Mills, Bill Tschudi, Peter Rumsey et Bruce Myatt. 2007. « Best practices for datacenters: lessons learned from benchmarking 22 datacenters ». In *ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings*.

Greenpeace International. 2010. *Make IT Green.* En ligne. < http://www.greenpeace.org/ international/en/publications/reports/make-it-green-Cloudcomputing/ >. Consulté le 11 juillet 2014.

Griffin, Dan et Tom Jones. 2010. « Cloud Security: Safely Sharing IT Solutions ». In *TechNet Magazine*. En ligne. <http://technet.microsoft.com/en-us/magazine /gg2963 64.aspx>. Consulté le 9 août 2014.

Gu, Qing, Patricia Lago et Simone Potenza. 2013. « Delegating data management to the cloud: A case study in a telecommunication company ». In M*aintenance and Evolution of Service-Oriented and Cloud-Based Systems (MESOCA), 2013 IEEE 7th International Symposium*. (Pays Bas, sept. 23-23 2013), p. 56-63.

Hatter, Dave. 2004. « Without a disaster recovery plan, your business is at risk ». In *Cincinnati Business Courier*. En ligne. <http://www.bizjournals.com/cincinnati/ stories/2004/08/09/focus5.html >. Consulté le 9 août 2014.

Hawkins, D.M. (1980). *Identification of outliers*. London: Chapman and Hall.

He, Qinlu, Zhanhuai Li, Xiao Zhang. 2010. « Study on Cloud Storage System Based on Distributed Storage Systems ». In *Computational and Information Sciences (ICCIS), 2010 International Conference.* (Chengdu, Chine, déc 17-19 2010), p. 1332-1335, IEEE.

Heap, D G et *al.*, 2003. *Taurus-a taxonomy of actual utilization of real unix and windows servers*. « White Paper», n° GM12-0191, IBM.

Heller, Martin. 2007. « REST and CRUD: the Impedance Mismatch ». In *Developer World: InfoWorld.*En ligne.< http://www.infoworld.com/d/developer-world/rest-and-crud-impedance-mismatch-927 >.Consulté le 11 juillet 2014.

Hitachi Data Systems. 2014. « Hitachi and the private cloud ». En ligne.<http://www.hds.com/assets/pdf/hitachi-solution-profile-private-cloud.pdf >. Consulté le 13 août 2014.

Hu, Juanli, Jiabin Deng et Juebo Wu. 2013. « A green private cloud architecture with global collaboration ». *Telecommunication Systems*, vol. 52, n° 2, p. 1269-1279.

Huang, Hai, Wanda Hung et Kang G Shin. 2005. « FS2: Dynamic Data Replication in Free Disk Space for Improving Disk Performance and Energy Consumption ». In *Proceedings of 20th ACM Symposium on Operating System Principles.* (Brighton, UK, oct 23-26 2005), p. 263-276. ACM Press.

Huang, Yan et David Evans. 2011. « Private editing using untrusted cloud services ». In *Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW), 2011 31st International Conference*. (Minneapolis, MN, Jun 20-24 2011), p. 263–272. IEEE.

IDC. 2009. « Using Capacity Optimization to Reduce Data Footprint and Storage Costs ». In *IDC White Paper*. En ligne. <http://www.idgconnect.com/view_abstract/3811/using-capacity-optimization-reduce-data-footprint-storage-costs>. Consulté le 8 août 2014.

Ismail, Surya, Sufian Idris, Marini Abu Bakar et Zarina Shukur. 2011. « Initial design of an application programming interface for a university operating system ». In *Electrical Engineering and Informatics (ICEEI), 2011 International Conference*. (Bandung, Indonésie, juillet 17-19 2011), p. 1-4.

Izadpanah, Saghar, Krzysztof Pawlikowski, Franco Davoliet Don McNickle. 2013. « Evaluation of energy consumption and data access time in data fetching in grid-based data-intensive applications ». In *2013 22nd ITC Specialist Seminar on Energy Efficient and Green Networking (SSEEGN).* (Christchurch, Nouvelle-Zélande, nov 20-22 2013), p.27-42.

Jain, Shilpi et Allahbaksh Mohammedali Asadullah. 2012. « Aggregating Bills and Invoices on Cloud for Anytime Anywhere Access: A Sustainable System ». In *2012 Third International Conference on Services in Emerging Markets*. (Mysore, Inde, déc 12-15 2012), p. 1-5.

Joukov, Nikolai et Josef Sipek, « GreenFS: making enterprise computers greener by protecting them better ». *Operating Systems Review*, vol. 42, n° 4, (mai), p. 69-80.

Jukić, Boris, Nenad Jukić et Svetlozar Nestorov. 2013. « Framework for integrating Process and Data Logic: Connecting UML Use Cases and ER Diagrams ». In *Proceedings of the ITI 2013 35th Int. Conf. on Information Technology Interfaces*. (Cavtat, Croatie, juin 24-27, 2013), p. 109-115.

Kansal, Aman, Feng Zhao, Jie Liu, Nupur Kothari et Arka A Bhattacharya. 2010. « Virtual machine power metering and provisioning ». In *Proceedings of the 1st ACM symposium on Cloud computing*. (Indianapolis, juin 10-11 2010), p. 39-50. New York: AMC.

Katsaros, Gregory et Pascal Stichler. 2013. « Quantifying Ecological Efficiency in Cloud Computing ». In *Economics of Grids, Clouds, Systems, and Services Lecture Notes in Computer Science*, sous la dir. Altmann, Jörn, Kurt Vanmechelen et Omer F. Rana, p. 74-89. Suisse: Springer International Publishing.

Khaing, Cho Choet Thinn Thu Naing. 2011. « The efficient data storage management system on cluster-based private cloud data center ». In *Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS), 2011 IEEE International Conference*.(Beijing , Chine, Sept 15-17 2011), p. 235-239. IEEE.

Khajeh-Hosseini, Ali, Ian Sommerville et IlangoSriram. 2010. « Research challenges for enterprise cloud computing ». In *Proc. ACM SOCC.*(Indianapolis, Indiana 2010) p. 1-11.

Koomey, Jonathan, Kenneth Brill, Pitt Turner, John Stanley et Bruce Taylor. 2007. « A Simple Model for Determining True Total Cost of Ownership for Data Centers ». In *Uptime Institute.* En ligne <http://www.missioncriticalmagazine.com/ext/resources /MC/Home/Files/PDFs/(TUI3011B)SimpleModelDetermingTrueTCO.pdf>. Consulté le 8 août 2014.

Koomey, Jonathan G, Stephen Berard, Marla Sanchez et Henry Wong. 2011. « Implications of Historical Trends in the Electrical Efficiency of Computing ». *Annals of the History of Computing, IEEE*, vol. 3, n° 3, (mars), p. 46-54.

Koomey, Jonathan G, Christian Belady, Michael Patterson, Anthony Santos et Klaus-Dieter Lange. 2009. « Assessing trends over time in performance, costs, and energy use for servers ». *Final report to Microsoft Corporation and Intel Corporation*. En ligne. <http://www3.intel.com/assets/pdf/general/servertrendsreleasecomplete-v25.pdf >. Consulté le 9 août 2014.

Kumar Garg, Saurabh et Rajkumar Buyya. 2012. « Green Cloud computing and Environmental Sustainability ». In *Harnessing Green IT: Principles and Practices*, sous la dir. de Murugesan, S et GR Gangadharan, p. 315-337. Wiley-IEEE Press.

Lamb, John. 2011. « Green IT and use of Private Cloud Computing in South Africa ». In *Emerging Technologies for a Smarter World (CEWIT), 2011 8th International Conference & Expo*. (New York, Nov 2-3), p. 1-6, IEEE.

Li, Qilin etMingtian Zhou. 2011. « The Survey and Future Evolution of Green Computing ». In *Green Computing and Communications (GreenCom), 2011 IEEE/ACM International Conference*.(Sichuan, Aug 4-5 2011), p. 230-233. IEEE.

Lim, Kevin, Parthasarathy Ranganathan, Jichuan Chang, Chandrakant Patel, Trevor Mudge et Steven Reinhardt. 2008. « Understanding and designing new server architectures for emerging warehouse-computing environments ». *ACM SIGARCH Computer Architecture News,* vol. 36, n°3, juin 2008, p 315-326.

Linus Touring, E 2014. « I'm On a Boat: Innovative Cloud Data Centers ». In *Cloud computinginsights*. En ligne.<http://www.cloudcomputinginsights.com/infrastructure /im-on-a-boat-innovative-cloud-data-centers/?mode=featured>. Consulté le 14 août 2014.

Su, Linping, Lin Li, Lu Zhang et Xiaoqian Nie. 2012. « Research and Design of Electric Power Private Cloud Data Storage Model ». In *Computational and Information Sciences (ICCIS), 2012 Fourth International Conference*. (Chongqing, Chine, août 17-19 2012). p. 892-895, IEEE.

Liu, Jie, Feng Zhao, Xue Liu et Wenbo He. 2009. « Challenges Towards Elastic Power Management in Internet Data Centers ». In *29th IEEE International Conference on Distributed Computing Systems Workshops*. (Montréal, Québec, juin 22-26 2009), p.65-72. Washinton (DC): IEEE Computer Society Washington.

Liu, Liang et al. 2009. « GreenCloud: a new architecture for green data center ». In *ICAC-INDST '09 Proceedings of the 6th international conference industry session on Autonomic computing and communications industry session*. (Barcelona, Espagne, juin 15-19 2009), p. 29-38. New York, NY, USA: ACM.

Machkasova, Elena, Kevin Arhelger et Fernando Trinciante. 2009. « The Observer Effect of Profiling on Dynamic Java Optimizations » (Orlando, Floride, USA, oct 25-29 2009), p.757-758.

Makela, Tommi et Sakari Luukkainen. 2013. « Incentives to Apply Green Cloud Computing». *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research,* vol 8, n°3 (décembre), p.74-86.

Malone, Christopher et Christian Belady. 2006. « Metrics to Characterise Data Centre & IT Equipment Energy Use ». In *Proceedings of the Digital Power Forum.* (Richardson, Texas sep 2006).

Martin, James. 1989. *Managing the data base environment*, « Prentice-Hall, Inc. ». Englewood Cliffs (NJ).766 p.

Masanet, Eric R, Richard E Brown, Arman Shehabi, Jonathan G Koomey et Bruce Nordman, « Estimating the Energy Use and Efficiency Potential of U.S. Data Centers », *Proceedings of the IEEE,* vol. 99, n°8, août 2011, p.1440-1453.

Mashkoor, Atif et João M Fernandes. 2007. « Deriving Software Architectures for CRUD Applications: The FPL Tower Interface Case Study ». In *2007 International Conference on Software Engineering Advances*. (Cap Esterel, France, août 25-31 2007), p. 174-179.

Mayo, Robert N et Parthasarathy Ranganathan. 2005. « Energy consumption in mobile devices: Why future systems need requirements-aware energy scale-down ». In *Proceedings of the Third international conference on Power - Aware Computer Systems.* (San Diego, Californie), p. 26-40. Berlin (Allemagne) : Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.

Mell, Peter et Timothy Grance. 2009. « The NIST Definition of Cloud computing: Recommendations of the National Institute of Standards and Technology ». In *National Institute of Standards and Technology*.En ligne <http://csrc.nist.gov/publications/nistpubs/800-145/SP800-145.pdf>. (Consulté le 11 juillet 2014).

Mercier, Catherine et Laura Moorefield. 2011. *MoorefieldCommercial Office Plug Load Savings Assessment, Final Report on: Commercial Office Plug Load Field Monitoring and Assessment*, « Project Report » No 3.2 500-08-049: Public Interest Energy Research (PIER), Californie, État-Unis, 2011, 70 p.

Miller, Rich. 2008. « Uptime: Energy Use Soars at Top Data Centers ». In *Data center Knowledge : Technology : Power*. En ligne. <http://www.datacenterknowledge.com/ archives/2008/03/12/uptime-energy-use-soars-at-top-data-centers/>. Consulté le 8 août 2014.

Mines, Christopher, Ellen Daley et Christina Lee. 2008. « Market Overview: A Slowing Economy Won't Slow Down Corporate Green IT Initiatives ». Rapport 15 décembre 2008. En ligne. <https://www.forrester.com/Market+Overview+A+Slowing+Economy +Wont+Slow+Down+Corporate+Green+IT+Initiatives/fulltext/-/E-RES47828?docid =47828>. (Consulté le 10 octobre 2014).

Mingay, Simon et Dennis Pamlin. 2010. *Summary Report: Low-Carbon and Environmental Leadership in the ICT Industry by Gartner and WWF, 2010.* « Report » No G00205701, Gartner, 53 p.

Mingay, Simon. 2007. « Green IT: The New Industry Shockwave ». In *Gartner*. En ligne < http://www.ictliteracy.info/rf.pdf/Gartner_on_Green_IT.pdf>. Consulté le 8 août 2014.

Rapport-Gratuit.com

Moore, Reagan W, Chaitanya Baru, Richard Marciano, Arcot Rajasekar et Michael Wan. 1999. « Data-Intensive Computing ». In *The Grid: Blueprint for a New Computing Infrastructure,* sous la dir. de Foster, Ian et Carl Kesselman, p. 105-129. San Francisco : Morgan Kaufmann Publishers Inc.

Mortágua Pereira, Óscar, Rui L Aguiar et Maribel Yasmina santos. 2013. « Reusable business tier architecture driven by a wide typed service », In *Computer and Information Science (ICIS), 2013 IEEE/ACIS 12th International Conference*. (Niigata, Japon, juin 16-20 2013), p. 135–141.

Mullins, Craig S. 2006. « Database archiving for long-term data retention ». In *The Data Administration Newsletter*. En ligne. < http://www.tdan.com/view-articles/4591 >. Consulté le 12 juillet 2014.

Munir, Handy Ali , Nordin Saad, Syed Alwee Aljunid Syed Juni, Ahmad Mujahid Ahmad Zaidi, Mohd Zuki Yusoff et Asmarashid Ponniran. 2010. « Data transfer rate, Central Processing Unit usage and Read Access Memory usage in Networked Control System via Industrial Ethernet ». In *Power and Energy (PECon), 2010 IEEE International Conference*. (Kuala Lumpur , Malaisie, nov 29-dec 1 2010), p. 318-323.

Murugesan, San. 2010. « Making IT Green ». *IT Professional*, vol. 12, n° 2, p. 4-5.

Murugesan, San. 2008. « Harnessing Green IT: principles and practices ». *IT Professional*, vol. 10, n° 1, (janvier-février), p. 24-33.

Mytkowicz, Todd, Amer Diwan, Matthias Hauswirth et Peter F Sweeney. 2010. « Evaluating the Accuracy of Java Profilers ». *ACM SIGPLAN Notices - PLDI '10*, vol. 45, n° 6, (juin), p. 187-197.

Naditz, Alan. 2008. « Green IT 101: Technology helps businesses and colleges become enviro-friendly ». *Sustainability: The Journal of Record*, vol. 1, n° 5 (octobre), p. À 315–318.

Nahar, Pawan, Abhidnya Joshi et Alexander Saupp. 2012. « Data Migration Using Active Cloud Engine ». In *Cloud Computing in Emerging Markets (CCEM), 2012 IEEE International Conference*. (Bangalore, Oct 11-12 2012), p. 1-4. IEEE.

Newsham. Guy R et Dale K Tiller. 1994. « The Energy Consumption of Desktop Computers: Measurement and Savings Potential » In *IEEE Transactions on Industry Applications*, vol. 30, n° 4, (juillet/août), p.1065-1072.

Nie, Jing. 2012. « Design the desktop backup system based on cloud computing ». In *Computational Intelligence and Security (CIS), 2012 Eighth International Conference*. (Guangzhou, Chine, Nov 17-18 2012), p. 183 – 185. IEEE.

Nisha, T M et V P Lijo. 2011. « Improving the Efficiency of Data Retrieval in Secure Cloud by Introducing Conjunction of Keywords », In *International Journal of Computer Applications*, vol ICACT2011, n°1, p. 25-28.

Oliveira, Simone Ferlin, Karl Fürlinger et Dieter Kranzlmüller. 2012. « Trends in Computation, Communication and Storage and the Consequences for Data-intensive Science ». In *2012 IEEE 14th International Conference on High Performance Computing and Communications* (Liverpool, Angleterre, juin 25-27 2012), p 572-579.

Orgerie, Anne-Cecile et Laurent Lefevre. 2011. « Energy-efficient overlay for data transfers in private networks ». In *Networks (ICON), 2011 17th IEEE International Conference* (Singapour déc 14-16 2011), p. 153-158.

Pamlin, Dennis. 2008. *The potential global CO2 reductions from ICT use: Identifying and assessing the opportunities to reduce the first billion tonnes of CO2.* « WWF Sweden ». En ligne. <http://www.wwf.se/source.php/1183710/identifying_the_1st_billion_tonnes_ict.pd>.Consulté le 11 juillet 2014.

Pawlish, M, A.S. Varde et R.A. Robila, 2012. « Analyzing Utilization Rates in Data Centers for Optimizing Energy Management ». In *Green Computing Conference (IGCC), 2012 International.* (San Jose, CA, juin 4-8 2012), p. 1-6. IEEE.

Pettey, Christy. 2007. « Gartner Estimates ICT Industry Accounts for 2 Percent of Global CO2 Emissions ». In *Press Release.* En ligne. <http://www.gartner.com/it/page.jsp?id=503867>. Consulté le 2 juillet 2014.

Pike Research. 2011, « Cloud Computing Energy Efficiency: Strategic and Tactical Assessment of Energy Savings and Carbon Emissions Reduction Opportunities for Data Centers Utilizing SaaS, IaaS, and PaaS ». In Pike Research, Green IT. En ligne. <http://www.pikeresearch.com/research/cloud-computing-energy-efficiency>. Consulté le 12 août 2014.

Pike Research. 2011, « Energy Efficient Data Center Technologies to Represent 28% of Total Market Investment by 2015 ». In *Press releases:Pike Research in the News*. En ligne. < http://www.pikeresearch.com/newsroom/energy-efficient-data-center-technologies-to-represent-28-of-total-market-investment-by-2015>. Consulté le 8 août 2014.

Plummer, Daryl C, Thomas J Bittman, Tom Austin, David W Cearley et David Mitchell Smith. 2008. « Cloud Computing: Defining and Describing an Emerging Phenomenon ». In *Gartner*. En ligne. <http://www.gartner.com/DisplayDocument?id=697413>. Consulté le 8 août 2014.

Rapport-gratuit.com
LE NUMERO 1 MONDIAL DU MÉMOIRES

Poess, Meikel et Raghunath Othayoth Nambiar. 2010. « Tuning servers, storage and database for energy efficient data warehouses ». In *Data Engineering (ICDE), 2010 IEEE 26th International Conference*. (Long Beach, Californie, mars 1-6 2010), p. 1006-1017.

Politano, Anthony L. 2001. « Salvaging Information Engineering Techniques in the Data Warehouse Environment ». *Informing Science*, vol. 4, n° 2, p. 35-43.

Prabavathy, B., K. Priya et Chitra Babu. 2013. « A load balancing algorithm for private cloud storage ». In *Computing, Communications and Networking Technologies (ICCCNT), 2013 Fourth International Conference*. (Tiruchengode, juillet 4-6 2013), p. 1-6.

Ranganathan, Parthasarathy, Phil Leech, David Irwin et Jeffrey Chase. 2006. « Ensemble-level power management for dense blade ». *ACM SIGARCH Computer Architecture News*, vol. 34, n° 2, (mai), p.66-77.

Rasmussen, Neil. 2007-2008. *Electrical Efficiency Measurement for Data Centers*. « White Paper », #154. New York (USA): American Power Conversion, 25p.

Ranganathan, Parthasarathy. 2010. « Recipe for efficiency: principles of power-aware computing » *Communication. ACM*, vol. 53, n°4, p.60–67.

Rathod, Digvijaysinh M, Satyen M Parikh et B V Buddhadev. 2013. « Structural and behavioral modeling of RESTful web service interface using UML ». In Intelligent Systems and Signal Processing (ISSP), 2013 International Conference. (Gujarat, Inde, mars 1-2 2013), p. 28-33.

Sabry, Noah et Paul Krause. 2012. « Potential CO2 mitigation in digital ecosystems ». In *Digital Ecosystems Technologies (DEST), 2012 6th IEEE International Conference* (Campione, Italie, juin 18-20 2012), p. 1-6.

Sahoo, G et K Mukherjee. 2010. « Green Cloud: An Algorithmic Approach ». *International Journal of Computer Applications*. vol. 9, n° 9, p. 1-6.

Sauveur, Paula. 2013. « La protection du secret commercial dans les nuages publics de l'infonuagique (*Cloud Computing*) », Yvon Blais. Cowansville, Québec, 150 p.

Saxe, Eric. 2010. « Power-Efficient Software ». *Queue - Power Management*, vol. 8, n° 1, p 1-10.

Schreck, Galen et Rache A Dines. 2009. *Best Practices: Aligning Your Infrastructure and Operations Department around Virtualization*. « Forrester Research », Cambridge (MA) 16 p.

Schulz, Greg. 2011. « Cloud and Virtual Data Storage Networking ». In *Chapitre 7. – Data footprint reduction : enabling cost-effective data demand growth*, (CRC Press) 370 p.

Shaikh, Asadullah , Aijaz Soomro, Sheeraz Ali et Nasrullah Memon. 2009. « The Security Aspects in Web-Based Architectural Design Using Service Oriented Architecture ». In *Information Visualisation, 2009 13th International Conference*. (Barcelone, À Espagne, juillet 15-17 2009), p. 461-466.

Shang, Yunfei, Dan Li et Mingwei Xu. 2010. « Energy-Aware Routing in Data Center Network ». In *Green Networking '10 Proceedings of the first ACM SIGCOMM workshop on Green networking*. (New Delhi, Inde, août 30 - sept 3ept 3 2010), p. 1-8. New York: AMC.

Smith, Heather A et James D. McKeen. 2003. « Developments in Practice VIII: Enterprise Content Management ». *Communications of the AIS*, vol. 11, n° 3, p. 647-659.

SNIA Technical Position. 2012. *Cloud Data Management Interface (CDMI).* Version 1.0.2. SNIA, 224 p. En ligne. <http://snia.org/sites/default/files/CDMI%20v1.0.2.pdf>. Consulté le 11 juillet 2014.

Soidridine, Moussa M, Lishou Claude et Ahmed D Kora. 2013. « Green cloud architecture for African local collectivities », In *Adaptive Science and Technology (ICAST), 2013 International Conference*. (Pretoria, Afrique du sud, nov 25-27 2013), p. 1-7.

Solis Moreno, Ismael et Jie Xu. 2011. « Energy-Efficiency in Cloud Computing Environments: Towards Energy Savings without Performance Degradation ». *International Journal of Cloud Applications and Computing*. vol.1, n° 1, (janvier-mars), p. 17-33.

Srikantaiah, Shekhar, Aman Kansal et Feng Zhao. 2008. « Energy aware consolidation for cloud computing ». In *HotPower'08 Proceedings of the 2008 conference on Power aware computing and systems*. (San Diego, USA, déc 7 2008), p.10. Berkeley USA: USENIX Association.

Suen, Chun-Hui et Bu Sung Lee. 2011. « Efficient Migration of Virtual Machines between Public and Private Cloud ». In *Cloud Computing Technology and Science (CloudCom), 2011 IEEE Third International Conference*. (Athène, Grèce Nov 29 – Dec 1 2011), p. 549-553. IEEE

Taylor, Rob, Bill Kosik et Doug Oathout. 2010. « 7 Innovative Data Center Designs ». In *Hewlett-Packard*. En ligne. <http://www.cio.com/article/2413020/data-center/7-innovative-data-center-designs.html#slideshow>. Consulté le 15 août 2014.

Tisseyre, René-Charles. 1999. *Knowledge management, théorie et pratique de la gestion des connaissances*, Hermès.

Toigo, Jon William. 1989. *Disaster Recovery Planning: Managing Risk and Catastrophe in Information Systems*, Yourdon Press, 267 p.

Tucker, Rodney S. 2011. « Green Optical Communications—Part II: Energy Limitations in Networks », In *Selected Topics in Quantum Electronics, IEEE Journal*, vol. 17, n° 2, p. 261-274.

Unhelkar, Bhuvan. 2011. « Green IT: The next five years ». *IT Professional*, vol. 13, n° 2, (mars-avril), p. 56-59.

Vaquero M Luis, et al. 2009. « A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition». *ACM SIGCOMM Computer Communication Review,* vol. 39, n°1, p. 50-55.

Vijaykumar, S, K S Rajkarthick et P Karthik. 2011. « Green techniques between birth and death of your PC ». In *Green Technology and Environmental Conservation (GTEC 2011), 2011 International Conference*. (Chennai, Inde, déc 15-17 2011), p. 341-346.

Von Laszewski, Gregor, Lizhe Wang, Andrew J Younge et Xi He. 2009. « Power-Aware Scheduling of Virtual Machines inDVFS-enabled Clusters ». In *Cluster Computing and Workshops, 2009. CLUSTER '09.IEEE International Conference.* (Nouvelle-Orléans, Louisiane, août 31 – sep 4 2009), p. 1-10.

Wadhwa, Bharti et Amandeep Verma. 2014. « Energy saving approaches for Green Cloud Computing: A review ». *In Engineering and Computational Sciences (RAECS), 2014 Recent Advances*. (Chandigarh, Inde, mars 6-8 2014), p 1-6. IEEE.

Wainer, H. (1976). Robust statistics: A survey and some prescriptions. *Journal of Educational Statistics, 1*(4), 285-312.

Welling, Luke et Laura Thomson. 2009. *PHP and MySQL Web Development*, 4e ed., Addison Wesley, Pearson Education, USA, 968 p.

Wen, Yean-Fu. 2013. « On energy efficiency data access and backup for cloud computing networks » In *2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber*. (Beijing, Chine, Aug 20- 23 2013), p. 1369-1374.

Webb, Molly. 2008. *Smart 2020: Enabling the Low Carbon Economy in the Information Age.* Rapport 2020, The Climate Group. 87 p.

Widmer, Tobias, Marc Premm et Paul Karaenke. 2013. « Sourcing Strategies for Energy-Efficient Virtual Organisations in Cloud Computing ». In *Business Informatics (CBI), 2013 IEEE 15th Conference*. (Vienne, Autriche, juillet 15-18 2013), p. 159-166.

Wu, Jiyi, Lingdi Ping, Xiaoping Ge, Ya Wang et Jianqing Fu. 2010. « Cloud storage as the infrastructure of cloud computing ». In *Intelligent Computing and Cognitive à Informatics ICICCI), 2010 International Conference*. (Kuala Lumpur, Malaisie, juin 22-23 2010), p. 380-383.

WWF-Canada. 2008. « Innovating toward a low-carbon Canada: Using technology to transform tomorrow ». En ligne.<http://awsassets.wwf.ca/downloads/wwf_ict_report.pdf>, 34 p. Consulté le 8 août 2014.

Yamada, Hiroshi etShuntaroTonosaki. 2014. « Efficient update activation for virtual machines in IaaS Cloud Computing environments », *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, vol. E97-D, n°3, p.469-479.

Yeha, Sheng-Cheng, Ming-Yang Sub, Hui-Hui Chena, et Chun-Yuen Lina, « An efficient and secure approach for a cloud collaborative editing », *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 36, n°6, novembre, p. 1632–1641.

Yuhanna, Noel, Mike Gilpin, Adam Knoll et Alissa Anderson. 2011. *Your enterprise data archving strategy.* « Forrester Research, Tech. Rep. », 20 p.

Zimmerman, D W. 1994. « A note on the influence of outliers on parametric and nonparametric tests ». *Journal of General Psychology*, vol. 121, n°4, p. 391-401.

Zimmerman, D W. 1995. « Increasing the power of nonparametric tests by detecting and downweighting outliers ». *Journal of Experimental Education*, vol. 64, n°1, p. 71-78.

Zimmerman, D W. 1998. « Invalidation of parametric and nonparametric statistical tests by concurrent violation of two assumptions ».*Journal of Experimental Education*, vol. 67, n°1, p.55-68.

Zhang, Xiao et al. 2010. « Key Technologies for Green Data Center ». In *Information Processing (ISIP), 2010 Third International Symposium.* (Qingdao, Chine, Oct 15-17 2010), p. 477-480. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society.

Zhang, Zhirou et Xiaohua Zhang. 2008. « Generalized Data Center Architecture Based on Network Storage and Backup ». In *2008ISECS International Colloquium on Computing, Communication, Control, and Management.* (Guangzhou, Chine, août 3-4 2008), p. 166-169.

Zhou, Liang et Haohong Wang. 2013. « Toward Blind Scheduling in Mobile Media Cloud: Fairness, Simplicity, and Asymptotic Optimality ». In *Multimedia, IEEE Transactions*, vol. 15, no. 4, p. 735-746.