



Construction du Data Center Vélizy Villacoublay
8 avenue Maurane SAULNIER, Vélizy Villacoublay 78140

Affaire:	Emetteur:	Phase:	Lot:	Zone:	Type:	Niveau:	No:	Indice:
VEL	EGS	APS	CVC	TZ	NOT	TTN	002	0

PUE	Fmt: A4
	Ech: Sans
	Date: 13/05/2024

Maîtres d'Ouvrage  	Nation Data Center 87 Rue de Richelieu 75002 PARIS	Eric ARBARETAZ 06 07 13 32 85 earbaretaz@altarea.com
	ALTAREA France SNC 87 Rue de Richelieu 75002 PARIS	Okan TUREDI 06 07 13 35 08 oturedi@altarea.com Arnaud VINCENT 06 74 79 91 08 avincent@altarea.com Alain ROTH 06 99 12 17 16 aroth@altarea.com

Architecte SILVIO D'ASCIA ARCHITECTURE	Silvio D'Ascia ARCHITECTURE Castel Béranger 12 Rue Jean de la Fontaine 75016 PARIS	Silvio d'ASCIA 01 77 19 74 17 silvio@dascia.com
---	---	---

BET Fluides Isabelle DARNEAU Isabelle.DARNEAU@egis-group.com 06 10 18 65 96 Laurent POMMIER Laurent.POMMIER@egis-group.com 06 24 29 68 41 4 rue Dolores Ibarruri – TSA 40002 93188 Montreuil Cedex	EGIS
---	-------------

BET Structure Isabelle DARNEAU Isabelle.DARNEAU@egis-group.com 06 10 18 65 96 Laurent POMMIER Laurent.POMMIER@egis-group.com 06 24 29 68 41 4 rue Dolores Ibarruri – TSA 40002 93188 Montreuil Cedex	EGIS
---	-------------

BET VRD Emmanuel SIMON-BARBOUX esb@foncier-experts.com 01 30 64 65 00 6 rue Jean-Pierre Timbaud, 78180 MONTIGNY-LE-BRETONNEUX	FONCIER EXPERT
---	-----------------------

BET Acoustique Marc VIGOUROUX marc.vigouroux@serga.fr 06 85 40 48 11 Espace 22 ZAC de Nanteuil - 5 rue de Rome - 93561 Rosny-Sous-Bois	SERGA
--	--------------

Paysagiste Léna THEBAUDEAU lana.thebaudeau@atelierplantago.fr 01 39 44 99 39 Chemin rural n°12 78114 Magny Les Hameaux	Atelier PLANTAGO
---	-------------------------

Contrôleur Technique Prosper Amoyal prosper.amoyal@socotec.com 06 25 94 80 41 Tour Pacific - 13, Cours Valmy, 92977 Paris La Défense	SOCOTEC
---	----------------

Préventionniste Vincent DERCHUE <> v.derchue@csd-associes.com 06 81 07 23 02 Immeuble Le Valmy, 18 avenue Léon Gaumont, 75020 PARIS	CSD
--	------------

Intitulé Mission Prénom. NOM mail@domaine.fr Adresse	SOCIETE 06 xx xx xx xx
--	----------------------------------

Informations relatives au document

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Auteur(s) L.POMMIER
Version **A**
Numéro CRM BAUB 887

HISTORIQUE DES MODIFICATIONS

Version	Date	Rédigé par	Visé par	Modifications
V0	25/05/24	L.POMMIER	I DARNEAU	

DESTINATAIRES

Nom	Entité
Maître d'Ouvrage	NDC-COGEDIM
Architecte	Silvio DASCIA Architectes

SOMMAIRE

1 INTRODUCTION.....	3
1.1 Objet.....	3
1.2 Définition du PUE	3
2 MODÉLISATION PUE	3
2.1 La démarche calculatoire	3
2.2 Les entrants	4
2.2.1 Données météo	4
2.2.2 Charge IT	6
2.2.3 Installations courant fort	6
2.2.4 Installations Thermiques.....	6
2.2.5 Divers	9
3 LES RÉSULTATS.....	10

1 INTRODUCTION

1.1 Objet

La présente notice est destinée à présenter au maître d'ouvrage Nation Data Center filiale de Cogedim, la modélisation de l'indicateur PUE au stade de l'APS de son futur centre informatique situé sur la commune de Velizy.

1.2 Définition du PUE

Le PUE selon la norme est défini comme suit :

$$PUE = \frac{E_{DC}}{E_{IT}}$$

où

E_{DC} = consommation totale (annuelle) de l'énergie du centre de traitement de données, en kWh;

E_{IT} = consommation (annuelle) de l'énergie des équipements IT, en kWh.

E_{IT} comprend, sans toutefois s'y limiter:

- a) les équipements IT (par exemple les équipements de stockage, de traitement et de transmission);
- b) les appareils supplémentaires (par exemple, les commutateurs écran/clavier/souris (KVM - *keyboard/video/mouse*), les dispositifs de supervision, et les postes de travail/ordinateurs portables, utilisés pour superviser, gérer et/ou contrôler le centre de traitement de données).

E_{DC} comprend E_{IT} ainsi que toute l'énergie consommée pour prendre en charge les infrastructures suivantes:

- 1) l'approvisionnement en énergie – y compris les systèmes ASI, les tableaux généraux, les générateurs, les unités de distribution d'énergie (PDU - *power distribution unit*), les batteries et les pertes de distribution externes aux équipements IT;
- 2) le système de refroidissement - y compris les groupes de froid, les tours de réfrigération, les pompes, les centrales de traitement d'air de salle d'ordinateurs (CRAH), les climatiseurs/climatisations de salle d'ordinateurs (CRAC), et les centrales de traitement d'air à détente directe (DX);
- 3) les autres infrastructures, y compris l'éclairage du centre de traitement de données, l'ascenseur, le système de sécurité, et le système de détection/d'extinction d'incendie de centre de traitement de données.

2 MODÉLISATION PUE

2.1 La démarche calculatoire

La démarche calculatoire consiste à modéliser sur une année type les consommations des entités fonctionnelles que sont les servitudes techniques nécessaires au fonctionnement de la production informatique (serveurs, stockage, ...).

Pour chacune des entités fonctionnelles, il est modélisé heure par heure les consommations des différents équipements en prenant en considération leurs rendements et efficacité.

On utilise un fichier météo horaire avec pour chaque heure les valeurs de températures sèches, humidité relative lesquelles permettent de modéliser la variation de l'efficacité énergétique des équipements de refroidissement extérieurs.

Dans notre cas il s'agit des unités de refroidissement de type groupe froid à condensation à air qui en fonction des conditions extérieures font moduler la puissance des ventilateurs pour assurer le refroidissement du fluide caloporteur (eau) utilisé par les recycleurs d'air en salle informatique et locaux techniques électriques.

Les servitudes techniques sont :

Les installations électriques avec :

- Les productions de courant haute qualité avec les onduleurs et batterie associées,
- Les productions de courant secours avec les groupes électrogènes,
- Les tableaux de distribution électriques,
- Les transformateurs de courant HT/BT,

Les installations de ventilation et traitement d'air avec :

- Les productions de refroidissement avec groupes frigorifiques
- Les recycleur d'air en salles informatique et locaux électriques
- Les centrales de renouvellement d'air.

Les installations diverses :

- Éclairages artificiels,

2.2 Les entrants

Les tables ci-après présentent l'ensemble des hypothèses d'entrées nécessaires à la modélisation du PUE, considérant que la modélisation du PUE est réalisée pour la puissance IT à cible soit 5.0 MW.

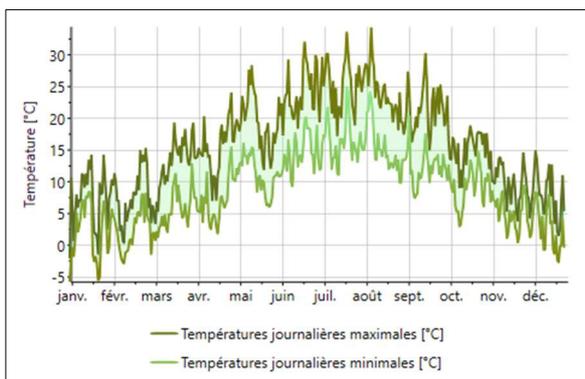
2.2.1 Données météo

Les données météo horaires que nous avons considérées sont issues du logiciel *Métonorm V8.1.4* avec comme station météo celle de la ville de Trappes qui est la localisation la plus proche du site et pour laquelle nous pris en compte le scénario futur 2030 avec la projection cible 8.5 (défavorable).

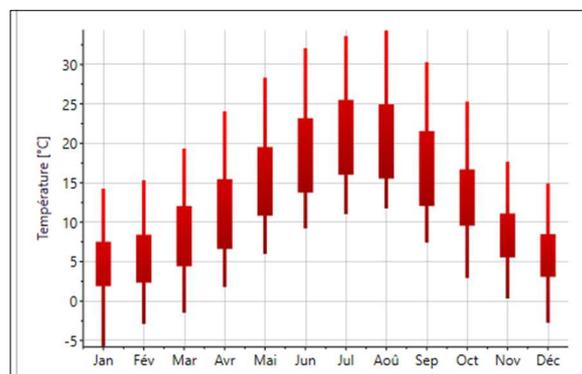
Cette station météorologique met en évidence les résultats présentés ci-dessous :

- Température air Maximale : 34.3 °C
- Température air minimale : -5.9 °C
- Température air moyenne annuelle : 12.2 °C
- Écart type : 7.31

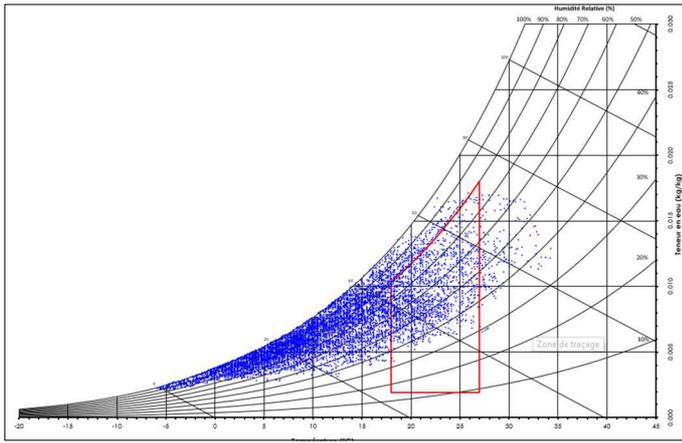
Températures journalières :



Température :



Le diagramme psychrométrique ci-dessous présente pour la ville de Trappes la répartition des 8 760 heures en fonction des paramètres températures air sec et humidité relative.



2.2.2 Charge IT

La puissance IT considérée est celle au niveau des équipements informatiques hébergées dans les 3 salles informatiques considérant une répartition homogène de la puissance entre et au sein des trois salles informatiques. Les serveurs sont à technologies refroidis par air via les recycleurs d'air.

L'énergie annuelle au droit des équipements constitue le dénominateur dans la modélisation du PUE.

Général :	
<u>Salle IT</u>	
Année	Cible
Nbr Salles	3 Uté
Surf. Uté Salle	760 m ²
Densité IT	2.2 kW/m ²
Puis Totale IT	5016 kW
Taux Charge	100%
Delta T IT	12 °C

2.2.3 Installations courant fort

Courants Forts :	
Nb chaînes	4 Uté
Spare	1 Uté
<u>Poste livraison :</u>	
Pertes	1 kW
<u>Poste HT/BT</u>	
Puis Transfo	3150 kVA
Perte à vide Transfo 3150 kVa	3.8 kW
perdes Fer Transdo 3 150 kVA	23 kW
Perte en charge 3150kVa	0.9%
<u>Local ASI</u>	
Pertes onduleurs	5.00%
Pertes TGBT & TGHQ	0.5%
<u>Local GE</u>	
Nb chaînes	4 Uté
Puissance préchauffage	10 kW
<u>Somme Pertes Elec</u>	
Perte chaîne HQ	7.4%
Perte Chaîne SD Normal	1.4%
Perte chaîne SD ASI	6.9%

2.2.4 Installations Thermiques

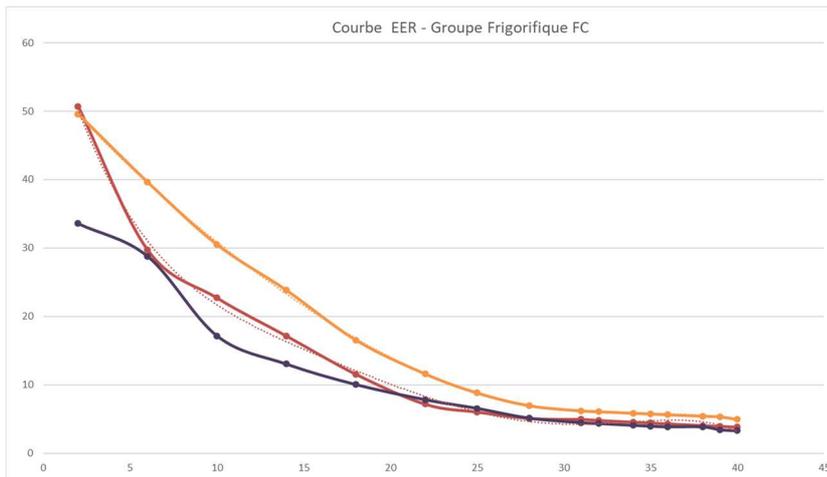
2.2.4.1 Production frigorifique process

Les groupes frigorifiques à condensation à air équipés de la technologie free-cooling sans glycol possèdent un E.E.R variable en fonction des conditions extérieure et du taux de charge de l'unité.

Du fait d'un calcul PUE à la charge nominale IT, il est considéré une répartition de la charge sur les 5 unités qui fonctionnent avec une charge de **80 %**. soit une puissance utile de **1 200 kW**.

Les tableaux et courbes ci-dessous présentent l'évolution du coefficient EER en fonction des conditions extérieures avec 3 unités distinctes permettant de mettre en avant l'intérêt de l'investissement dans une technologie plus performante en ROI.

Temp Ext	Carrier Free cooling + vis inverter				RC Group Free cooling + compresseur turbocore				RC Group free cooing + compresseur vis			
	EER	Pabs	Puis FC	% FC	EER	Pabs	Puis FC	%FC	EER	Pabs	Puis FC	%FC
2	50.71	24	1200	100%	49.58	23	1120	100%	33.57	34	1148	100%
6	29.73	40	924	77%	39.63	28	1120	100%	28.8	40	1148	100%
10	22.71	53	780	65%	30.51	37	1104	99%	17.17	67	877	76%
14	17.15	70	708	59%	23.84	47	883	79%	13.05	88	701	61%
18	11.56	104	528	44%	16.55	68	662	59%	10.06	114	526	46%
22	7.18	167	360	30%	11.61	96	441	39%	7.85	146	350	30%
25	6.03	199	228	19%	8.82	127	275	25%	6.57	175	220	19%
28	5.1	235	84	7%	6.95	161	110	10%	5.15	223	88	8%
31	4.95	242	0	0%	6.21	180	0	0%	4.49	256	0	0%
32	4.81	249	0	0%	6.09	184	0	0%	4.35	264	0	0%
34	4.56	263	0	0%	5.86	191	0	0%	4.1	280	0	0%
35	4.43	271	0	0%	5.75	195	0	0%	3.97	289	0	0%
36	4.31	278	0	0%	5.64	199	0	0%	3.88	296	0	0%
38	4.06	296	0	0%	5.43	206	0	0%	3.87	297	0	0%
39	3.94	305	0	0%	5.33	210	0	0%	3.45	333	0	0%
40	3.83	313	0	0%	4.95	226	0	0%	3.31	347	0	0%



Chaque courbe EER = Fct (Temp Ext) possède une courbe de tendance sous forme équation polynomiale de 4ème degrés dont les membres sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

Deg. Poly.	RC Turbocore	Carrier Vis VSD
5	-1.877940900E-06	-7.87241E-06
4	1.697661393E-04	0.000898272
3	-5.250713629E-03	-0.038812607
2	1.054531716E-01	0.820206968
1	-3.139285306E+00	-9.629024879
0	5.548510205E+01	66.59196895

Pour chaque heure, la puissance absorbée des unités est déterminée en fonction de la température extérieure du fichier météo avec prise en considération d'un phénomène de recyclage dans l'environnement proche de **+2 °C**

2.2.4.2 Distribution hydraulique process

Les pompes primaires évaporateurs des groupes frigorifiques sont à débit constant et fonctionnent en parallèles.

Les pompes secondaires eau glacée sont à débit variables avec 4 pompe dont une en redondance active

Le tableau ci-dessous présente la détermination des débits hydrauliques de la boucle de refroidissement process laquelle dessert les terminaux type recycleurs des locaux suivants :

- Salles IT
- Locaux techniques électriques HT/BT
- Locaux techniques tableaux électrique basse tensions & production ondulées

Distribution eau glacée process					
Puissance unitaire GF	1 550	kW			
Pompe primaire					
Evaporateur					
Delta T Eau glacée =	10	°C			
Débit Eau glacée =	131	m ³ /h			
Hmt primaire	10	mCE			
Débit pompe primaire	131	m ³ /h	Puis mécanique = 4.59	kW	Rend. Mécanique 78%
	36	l/s	Puis moteur = 4.83	kW	Ren Mot Elec 95%
Pompe secondaire Salle IT					
Puissance cible process	5 700	kW			
Nombre de pompes	3	Redondance 1			
Débit unitaire pompe secondaire	163	m ³ /h	Puis mécanique = 11.42	kW	Rend. Mécanique 78%
	45	l/s	Puis moteur = 12.02	kW	Ren Mot Elec 95%
Hmt secondaire	20	mCE			

2.2.4.3 Renouvellement d'air

Le tableau ci-dessous présente les performances des ventilateurs des caissons de traitement d'air double flux pour les salles informatiques et locaux techniques y compris zone logistique de proximité avec un fonctionnement permanent 24/24.

Les débit aérauliques sont issus du bilan thermique & aéraulique présent dans la notice APS du lot CVCD.

Aéraulique	
<u>Salle informatique</u>	
Débit air	7 700 m ³ /h
Pres. Sta. Externe (AN+ RJT)	450 Pa
P Abs Soufflage	2.4 kW
P Abs Reprise	2.63 kW
Efficacité Récup	83 %
<u>LT Elec + Logistique</u>	
Débit air	5100 m ³ /h
Pres. Sta. Externe (AN+ RJT)	450 Pa
P Abs Soufflage	1.8 kW
P Abs Reprise	2.02 kW
Efficacité Récup	82.5 %

2.2.4.4 Traitement terminal

Le traitement terminal prend en considération les puissances absorbées des moto-ventilateurs des recycleurs d'air pour l'ensemble des salles informatiques et des locaux des servitudes techniques et logistique.

Pour l'ensemble des locaux la présence d'unités terminales en redondance active implique de prendre en considération le gain obtenu par le fonctionnement à vitesse modulé.

Le tableau ci-après présente dans le cas des Fan Wall des salles informatiques la détermination du coef réducteur par rapport à la puissance nominale. Il a été fait le choix de prendre la valeur médiane entre la variation au carré et au cube du rapport de débit soit 0.54.

Salle informatique :	
Nbr Fan Wall	9
Uniés redondante	2
Rapport Débit N/S	0.778
coef Var ^2	0.60
coef Var ^3	0.47
Coef retenu	0.54

2.2.5 Divers

L'éclairage artificiel des différents locaux a été modélisé selon les valeurs présentées dans le tableau ci-dessous ayant permis d'obtenir une puissance moyenne appliquée toutes les heures.

Eclairage artificiel					
Locaux	surface	Densité	Puis. Eclairage	Fact utilisation	
[-]	[m²]	[W/m²]	[W]	[O/N]	
Salle informatique	2280	7	15 960	1	
Locaux techniques Elec + CVC	1870	7	13 090	0	
Logistique	285	7	1 995	0.5	
couloir technique	977	7	6 839	0.5	
Tertiaire	1140	5	5 700	0.5	
			Puiss moyenne	23 227	kW

3 LES RÉSULTATS

Le tableau ci-après présente le résultats de la modélisation PUE en fin de phase APS avec l'obtention d'une valeur de **1.234**.

RESULTATS PUE

Consommation IT **43 940 160 kWh**
 Consommation totale **54 221 034 kWh**

PUE 1.234
 PUE min 1.189
 PUE Max 1.394

Poste	Energie [kWh]	Part Energie [%]	Part Energie hors IT [%]
Equipements IT	43 940 160	81.04%	
Pertes électriques HQ	3 329 114	6.14%	32.4%
Pertes électriques SD	221 666	0.41%	2.2%
Pertes GE	350 840	0.65%	3.4%
Production frigorifique	3 055 161	5.63%	29.7%
Disitribution frigorifique	524 543	0.97%	5.1%
Recycleurs d'air (IT & LT)	2 294 185	4.23%	22.3%
Renouvellement d'air	77 623	0.14%	0.8%
Traitement thermique AN	94 852	0.17%	0.9%
Divers	175 420	0.32%	1.7%
Eclairage	203 724	0.38%	2.0%

Le tableau ci-dessous présente la même modélisation mais avec une unité de réfrigération Free-cooling moins performante du fait d'un compresseur à vis et non plus turbocore et ne disposant pas d'une surface de freecooling identique.

LE PUE présenté ci-dessus passe de **1.234 à 1.252**. Le gain est limité au vu du delta d'investissement entre les deux équipements.

RESULTATS PUE

Consommation IT **43 940 160 kWh**
 Consommation totale **55 003 869 kWh**

PUE 1.252
 PUE min 1.187
 PUE Max 1.441

Poste	Energie [kWh]	Part Energie [%]	Part Energie hors IT [%]
Equipements IT	43 940 160	79.89%	
Pertes électriques HQ	3 329 114	6.05%	30.1%
Pertes électriques SD	232 606	0.42%	2.1%
Pertes GE	350 840	0.64%	3.2%
Production frigorifique	3 055 161	5.55%	27.6%
Disitribution frigorifique	524 543	0.95%	4.7%
Recycleurs d'air (IT & LT)	2 294 185	4.17%	20.7%
Renouvellement d'air	77 623	0.14%	0.7%
Traitement thermique AN	94 852	0.17%	0.9%
Divers	175 420	0.32%	1.6%
Eclairage	203 724	0.37%	1.8%