

SOMMAIRE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : LES ECRANS – ETAT DES LIEUX	4
A.1.1 Analyse des puissances	4
A.1.1.1 Puissance appelée à l'arrêt ou en veille	4
A.1.1.2 Puissance appelée en marche	7
A.1.2 Activation du gestionnaire d'énergie	11
A.1.2.1 Impossibilité de passage en veille	11
A.1.2.2 Taux d'activation	12
A.1.2.3 Délai d'activation	13
A.1.2.4 Problèmes rencontrés	14
A.1.3 Analyse des durées de marche	17
A.1.3.1 Durée de marche	17
A.1.4 Analyse des consommations	19
A.1.4.1 Taille et technologie	19
A.1.4.2 Activation/non activation du gestionnaire d'énergie	20
A.1.4.3 Répartition de la consommation entre les différents états de fonctionnement	21
A.1.5 Analyse des coûts (abonnement et consommation)	23
 ANNEXE 2 : LES UNITES CENTRALES – ETAT DES LIEUX	 25
A.2.1 Analyse des puissances	25
A.2.1.1 Puissance appelée à l'arrêt	25
A.2.1.2 Puissance appelée en marche	26
A.2.2 Analyse des durées de marche	32
A.2.2.1 Durée de marche	32
A.2.3 Analyse des consommations	33
A.2.3.1 Consommation moyenne	33
A.2.3.2 Répartition de la consommation entre les différents états de fonctionnement	34
A.2.4 Analyse des coûts	35
 ANNEXE 3 : LES ORDINATEURS – ETAT DES LIEUX	 36
A.3.1 Analyse des puissances	36
A.3.1.1 Puissance appelée à l'arrêt	36
A.3.1.2 Puissance appelée en marche	36
A.3.2 Analyse des consommations	38
A.3.2.1 Consommation moyenne	38
A.3.2.2 Répartition de la consommation entre les différents états de fonctionnement	41
A.3.2.3 Consommation par entreprise	42

ANNEXE 4 : LES APPAREILS DE BUREAUTIQUE– ETAT DES LIEUX	44
A.4.1 Les destructeurs de document	44
A.4.2 Les haut-parleurs	45
A.4.3 Les traceurs	45
A.4.4 Les téléphones de conférence	46
A.4.5 Les balances	47
A.4.6 Les scanners	47
A.4.7 Les fax	48
A.4.8 Les vidéo-projecteurs	50
A.4.9 Les imprimantes	51
A.4.9.1 Les imprimantes matricielles	51
A.4.9.2 Les imprimantes jet d'encre	52
A.4.9.3 Les imprimantes laser	54
A.4.10 Les photocopieurs et imprimantes multifonctions	56
A.4.11 Les fontaines	62
A.4.12 Les machines à café	63
A.4.13 Les distributeurs de boissons	64
ANNEXE 5 : L'ECLAIRAGE – ETAT DES LIEUX	65
A.5.1 L'éclairage des pièces de bureaux	65
A.5.1.1 Etude des sources lumineuses employées	65
A.5.1.2 Durée annuelle d'éclairage par pièce	67
A.5.1.3 Durée annuelle d'éclairage par luminaire	70
A.5.1.4 Saisonnalité	76
A.5.1.5 Courbes de charges	78
A.5.1.6 Analyse des cycles d'allumages	80
A.5.1.7 Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées	82
A.5.1.8 Consommation moyenne annuelle	83
A.5.1.9 Coût	86
A.5.2 L'éclairage des circulations	87
A.5.2.1 Etude des sources lumineuses employées	87
A.5.2.2 Durée annuelle d'éclairage	88
A.5.2.3 Saisonnalité	90
A.5.2.4 Courbes de charges	91
A.5.2.5 Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées	92
A.5.2.6 Analyse des cycles d'allumages	92
A.5.2.7 Consommation moyenne annuelle	93

A.5.2.8	Coût	96
A.5.3	L'éclairage des locaux communs	97
A.5.3.1	Etude des sources lumineuses employées	97
A.5.3.2	Durée annuelle d'éclairage	98
A.5.3.3	Saisonnalité	103
A.5.3.4	Courbes de charges	104
A.5.3.5	Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées	105
A.5.3.6	Analyse des cycles d'allumages	108
A.5.3.7	Consommation moyenne annuelle	109
A.5.3.8	Coût	111
A.5.4	L'éclairage des sanitaires	113
A.5.4.1	Etude des sources lumineuses employées	113
A.5.4.2	Durée annuelle d'éclairage	113
A.5.4.3	Saisonnalité	118
A.5.4.4	Courbes de charges	119
A.5.4.5	Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées	119
A.5.4.6	Analyse des cycles d'allumages	120
A.5.4.7	Consommation moyenne annuelle	120
A.5.4.8	Coût	123
A.5.5	Consommation totale d'éclairage	124
A.5.5.1	Consommation totale d'éclairage par entreprise	124
A.5.5.2	Coût total d'éclairage par entreprise	127
A.5.5.3	Fonctionnement de l'éclairage au moment des pointes régionales	128
ANNEXE 6 : LES ECRANS – ECONOMIES		130
A.6.1	Economies envisageables grâce à l'activation du gestionnaire de veille	130
A.6.1.1	Réduction des durées de fonctionnement	130
A.6.1.2	Réduction des consommations	131
A.6.2	Consommation minimale envisageable	133
A.6.3	Réduction de la puissance appelée au moment de la pointe	134
ANNEXE 7 : LES UNITES CENTRALES – ECONOMIES		137
A.7.1	Economies envisageables grâce à l'activation du gestionnaire de veille	137
A.7.1.1	Réduction des durées de fonctionnement	137
A.7.1.2	Réduction des consommations	138
A.7.2	Consommation minimale envisageable	139
A.7.3	Réduction de la puissance appelée au moment de la pointe	140

ANNEXE 1 : LES ECRANS – ETAT DES LIEUX

A.1.1 ANALYSE DES PUISSANCES

Comme nous l'avons déjà indiqué le couplage des données du Pcmètre et du Wattmètres série installé sur l'écran permet de comparer l'utilisation réelle au fonctionnement. Ainsi on est à même de déterminer dans quel état (marche, veille, arrêt) se trouve l'écran à tout instant. On donne un exemple sur le graphique A1.1. On distingue clairement les trois niveaux de puissances appelées par l'écran :

- Arrêt : environ 3W
- Veille : environ 11W
- Marche : variable en fonction de l'opération effectuée, entre 60W et 75W.

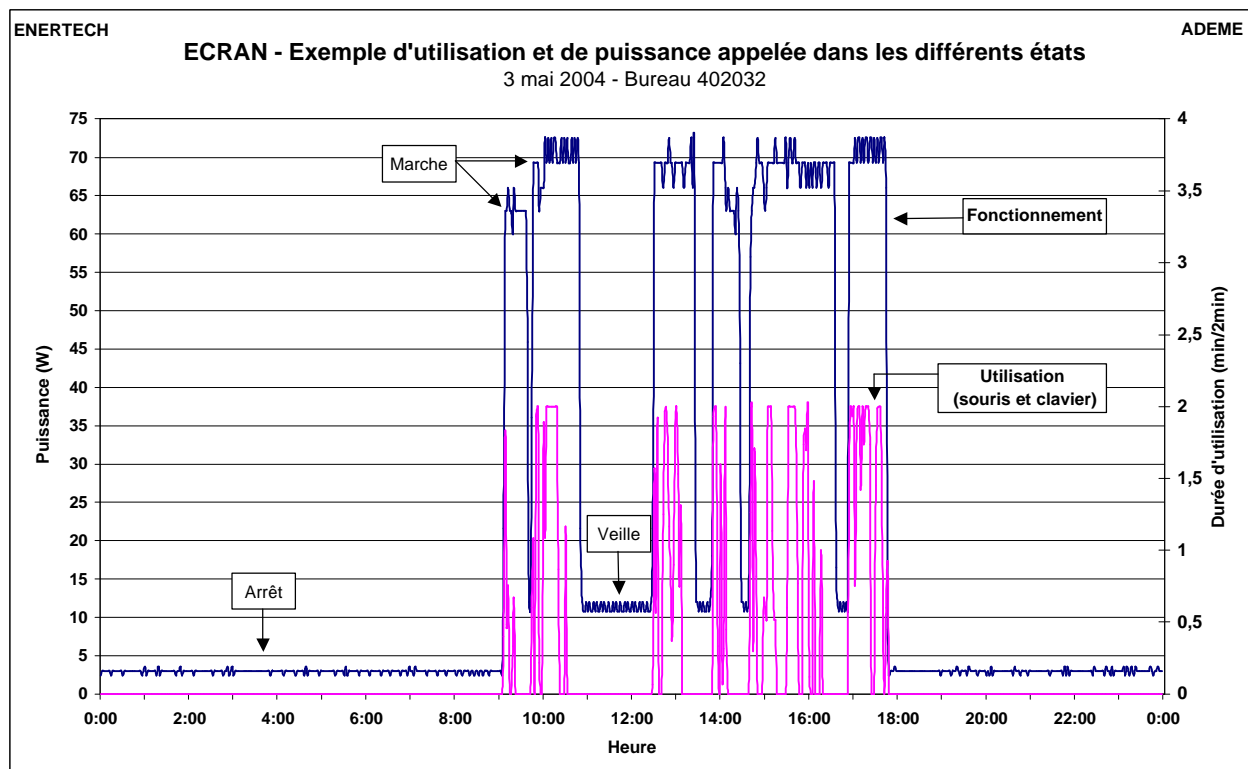


Figure A1.1 : Exemple de fonctionnement d'un écran

La puissance moyenne d'un écran dans un état (marche, veille, arrêt) est calculée en divisant la consommation par le temps passé dans cet état sur la période de mesures.

A.1.1.1 Puissance appelée à l'arrêt ou en veille

L'analyse des puissances appelées montre que les puissances appelées par un écran à l'arrêt et en veille sont identiques dans 94% des cas. Les moniteurs qui présentent des valeurs différentes dans ces deux états sont exclusivement des modèles cathodiques (pour les deux

Annexe 1 : Les écrans – Etat des lieux

tiers des 17"). Il s'agit probablement de modèles relativement anciens. Quoiqu'il en soit, la puissance moyenne obtenue à l'arrêt et en veille est la même.

Le graphique A1.2 donne la répartition des puissances à l'arrêt en fonction des caractéristiques de l'écran.

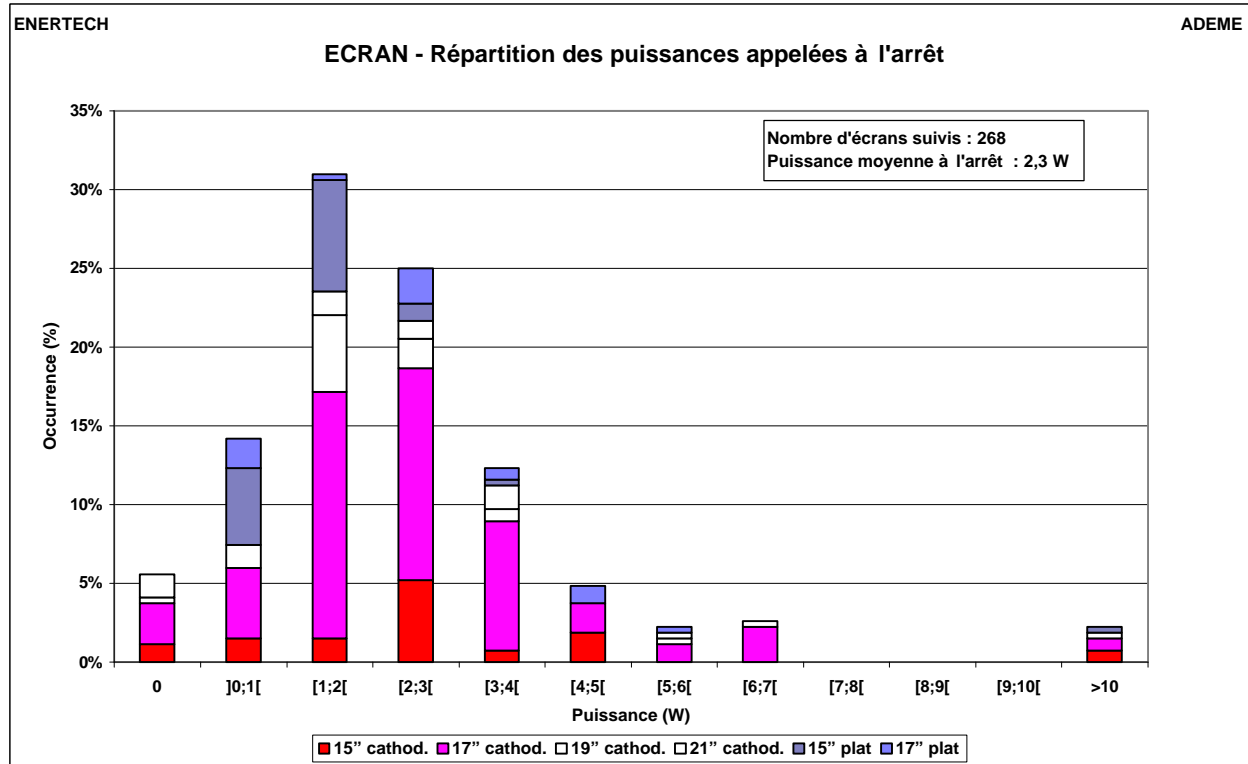


Figure A1.2 : Répartition des puissances appelées à l'arrêt par les écrans

Environ 6% des écrans ne consomment pas d'électricité quand ils sont arrêtés. Il s'agit de moniteurs munis d'interrupteurs qui coupent le primaire du transformateur. Aucun écran plat n'est équipé de ce type de coupure et on peut penser que seuls les écrans les plus anciens possèdent ce dispositif. Dans la plupart des cas le fait d'appuyer sur l'interrupteur maintient une puissance de veille. La valeur moyenne de cette veille est de 2,3W (en prenant en compte les écrans qui ne consomment pas à l'arrêt) mais on observe d'importantes disparités d'un écran à l'autre. De façon générale, comme on le voit sur le graphique A1.3, pour les écrans cathodiques, plus la taille augmente plus la puissance à l'arrêt diminue. Cette remarque n'est pas valide pour les écrans plats. Les moniteurs les moins consommateurs à l'arrêt sont sans conteste les écrans plats 15". On a cependant suivi un écran plat 15" qui consommait 15W à l'arrêt. Si on ne le prend pas en compte la puissance moyenne à l'arrêt est de 1,3W pour un écran plat 15", soit près de la moitié moins que celle des autres modèles.

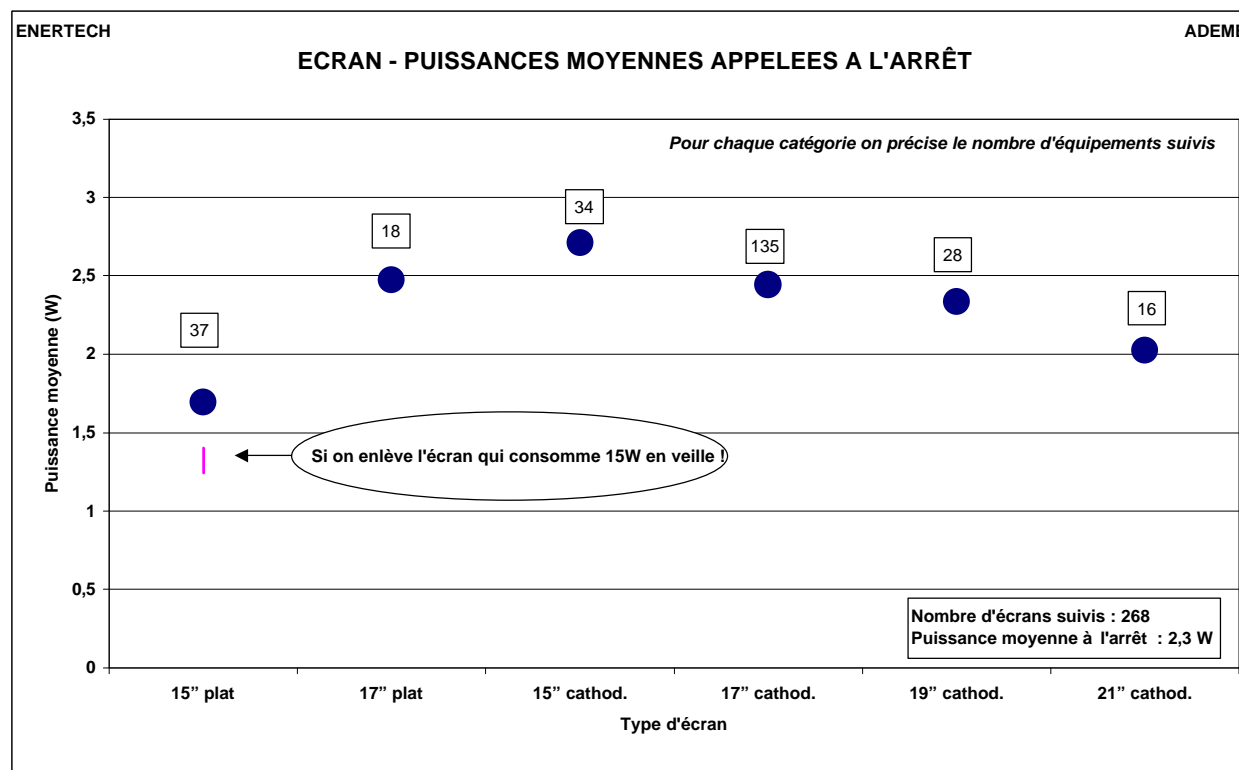


Figure A1.3 : Puissance moyenne appelée à l'arrêt par les écrans

Les résultats trouvés ici sont en désaccord avec ceux obtenus dans une étude américaine du Lawrence Berkeley National Laboratory –LBNL- [18]. Dans cette étude, la consommation de 35 écrans a été mesurée dans les différents états. Une des conclusions de ce rapport est que les écrans cathodiques consomment globalement moins que les écrans plats à l'arrêt. Cependant cette conclusion s'explique par le fait que dans leur échantillon 68% des écrans cathodiques ne consomment pas d'électricité à l'arrêt, ce qui fait que la consommation moyenne est inférieure. On voit donc que les équipements sont remplacés très rapidement puisque dans un laps de temps d'environ deux ans on est passé d'un taux d'écrans cathodiques consommant 0W à l'arrêt de 68% à 7%! On peut donc présumer que d'ici très peu de temps tous les écrans posséderont une consommation non nulle à l'arrêt. Quand on compare, les résultats obtenus (tableau A1.4) sur les écrans ayant une consommation à l'arrêt, on voit que les résultats des deux études sont assez proches.

Technologie	LBNL 2002	Enertech 2004	Ecart
Ecrans cathodiques	2,1 (10)	2,6 (198)	+ 24%
Ecrans plats	1,8 (16)	2,0 (55)	+ 11%

Figure A1.4 : Comparaison des puissances moyennes à l'arrêt obtenues lors de la campagne de mesures et de celles de l'étude A1 (entre parenthèses est indiqué le nombre d'écrans pris en compte)

A.1.1.2 Puissance appelée en marche

A.1.1.2.1 Etude des puissances moyennes sur la période de mesures

Le graphique A1.5 donne la répartition des puissances moyennes appelées en marche. On voit que les écrans plats consomment moins que les écrans cathodiques et qu'aucun ne consomme plus de 50W. On observe cependant que les meilleurs écrans cathodiques (15" et 17") appelle une puissance inférieure aux plus mauvais écrans plats.

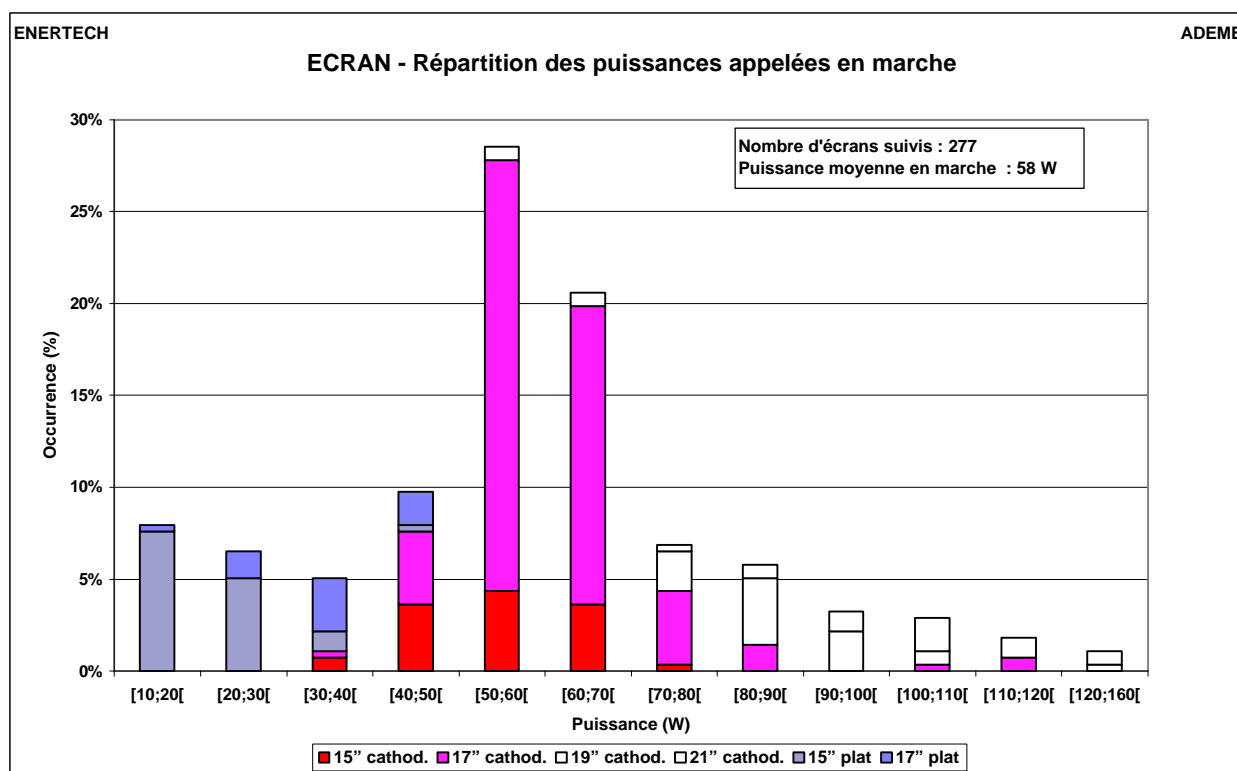


Figure A1.5 : Répartition des puissances appelées en marche par les écrans

Les disparités dans une même catégorie sont cependant importantes. Le tableau de la figure A1.6 indique les puissances maximales, minimales et moyennes appelées en fonctionnement. On voit que le rapport entre les puissances minimale et maximale est toujours supérieur à 1,7. L'écart le plus important est attribué aux écrans plats 15". Ainsi leur consommation varie entre 10 et 43W !

	P_{marche} minimum (W)	P_{marche} maximum (W)	P_{marche} moyenne (W)	Rapport $P_{\text{max}}/P_{\text{min}}$	Nombre d'écrans suivis
15" plat	10	43	21	4,2	39
17" plat	18	47	34	2,7	18
15" cathod.	35	71	54	2,0	35
17" cathod.	36	119	61	3,3	140
19" cathod.	54	156	86	2,9	29
21" cathod.	74	129	102	1,7	16

Figure A1.6 : Puissances minimales, maximales et moyennes appelées par les écrans en marche

Les différences de consommation d'un moniteur à l'autre s'expliquent par la technologie (écrans cathodiques ou plats), la taille d'écran et, dans une moindre mesure, par la luminosité, le contraste, le taux de rafraîchissement et la résolution. La consommation dépend aussi de l'image affichée. Par exemple un moniteur a besoin de plus d'énergie s'il affiche des objets clairs. Ce phénomène est plus marqué pour les écrans cathodiques. Les variations de consommation propres à chaque écran sont étudiées dans le paragraphe A1.1.2.2..

Le graphique A1.7 représente la consommation moyenne en marche en fonction du type et des dimensions de l'écran. On voit que la consommation augmente avec la taille. Mais cette augmentation n'est pas directement proportionnelle à la dimension de l'écran. Ainsi un écart important existe entre les puissances appelées par un écran 17" plat et 15" plat (+58%) et dans une moindre mesure entre un 19" cathodique et un 17" cathodique (+41%). Par contre, l'écart est beaucoup moins important avec respectivement 13% et 19% entre un 17" cathodique et 15" cathodique, 21" cathodique et 19" cathodique.

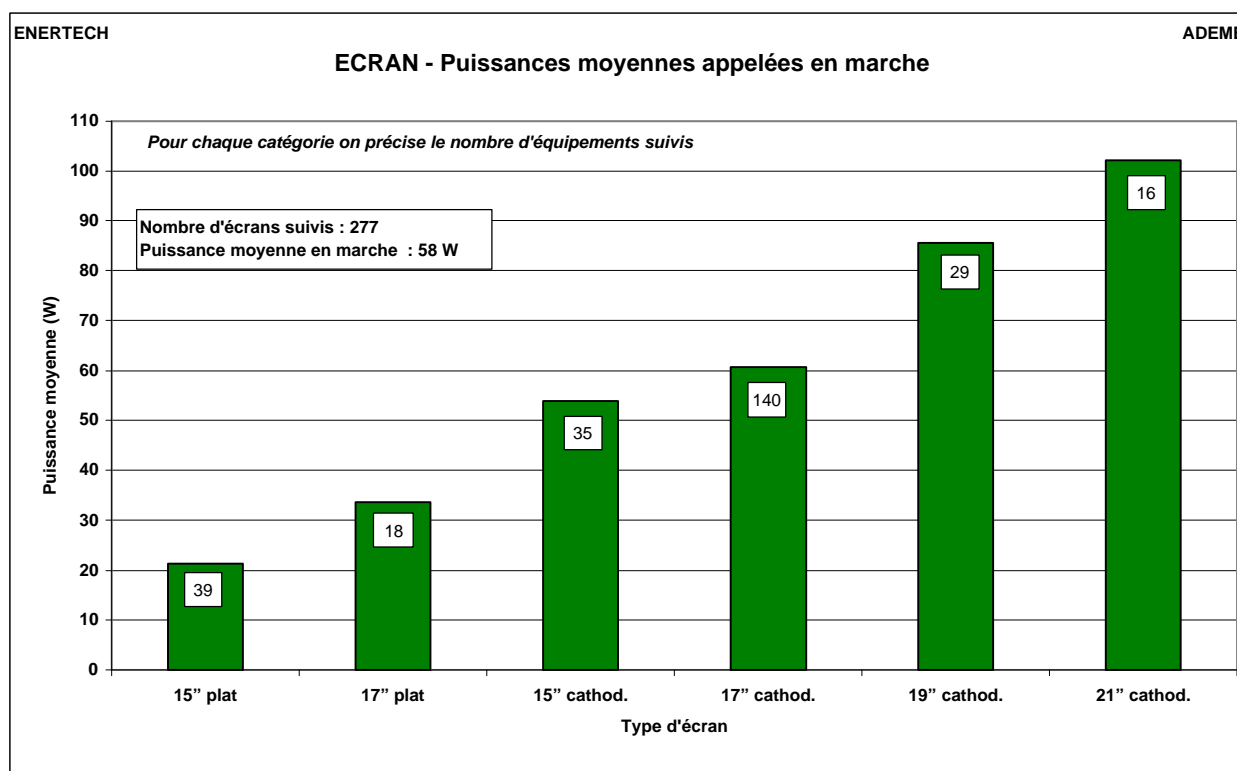


Figure A1.7 : Puissance moyenne appelée en marche par les écrans

En conclusion on retiendra qu'un écran **plat 15"** consomme en marche **65% de moins** que son équivalent en taille **17" cathodique** et qu'un 17" plat appelle 61% de moins que son homologue 19" cathodique. Les écrans plats sont donc une solution très intéressante pour réduire les consommations d'électricité. Cependant, il faut au moment de l'achat s'intéresser aux puissances appelées dans les différents modes pour s'assurer d'obtenir une consommation minimale.

A.1.1.2.2 Etude des variations de puissance appelée en marche

La figure A1.8 présente, pour un écran cathodique 21" et un écran plat 17", les variations de puissance mesurées en fonction de différents paramètres :

- Résolution (*Resolution*)
- Taux de rafraîchissement (*Refresh Rate*)
- Luminosité (*Brightness*)
- Contraste (*Contrast setting*)
- Nombre de couleurs (*# of colors*)
- Image affichée (*Image displayed*)

On voit que les variations extrêmes (*Extremes* -colonne de droite de chaque graphique-) sont du même ordre de grandeur que celles que l'on a observées sur les valeurs moyennes (1,8 contre 1,7 pour le moniteur cathodique 21" et 2,5 contre 2,7 pour un écran plat 17") [19].

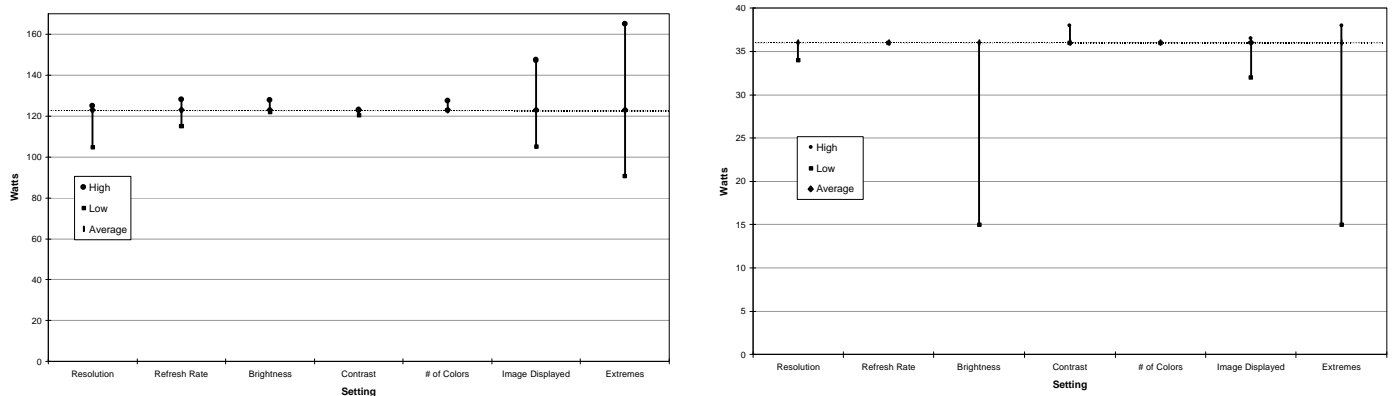


Figure A1.8 : Variation de consommation d'un écran cathodique 21" (gauche) et 17" plat (droite) en fonction de divers paramètres^{A2}

On s'intéresse maintenant aux variations propres à chaque écran. Elles sont principalement dues à l'image affichée. On estime en effet que c'est le seul paramètre qui varie sur les écrans qu'on a suivi, les autres étant inhérents au moniteur lui-même (taille, technologie, résolution) ou réglés à la mise en service (luminosité, taux de rafraîchissement, contraste). Les deux graphiques de la figure A1.9 illustrent les variations de consommations qui existent pour deux écrans de types différents. Il s'agit de cas extrêmes, en particulier pour l'écran plat 17" pour lequel la valeur maximale n'a été atteinte qu'une seule fois. On peut penser que l'augmentation de consommation n'est pas due à un affichage particulier mais plutôt à l'action sur un paramètre telle que la luminosité de l'écran.

Annexe 1 : Les écrans – Etat des lieux

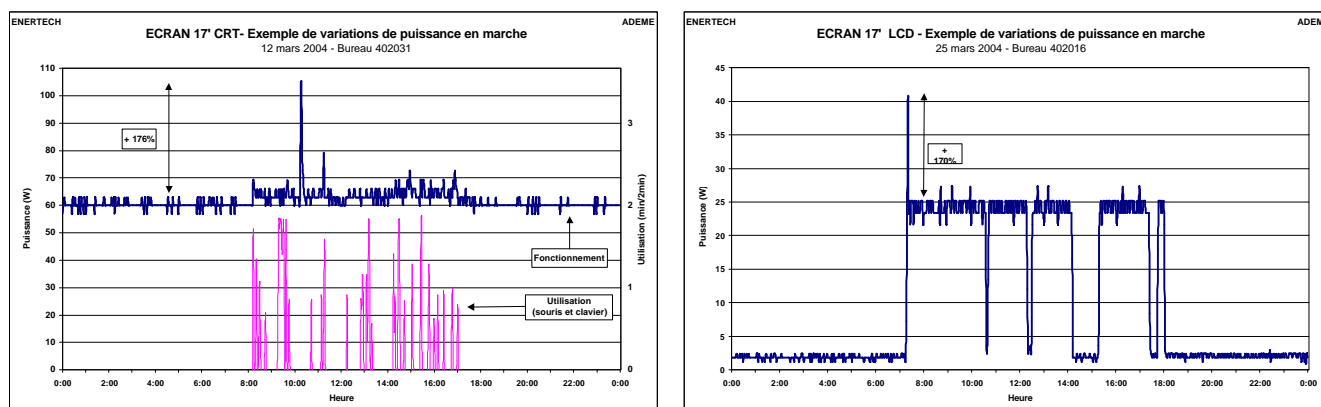


Figure A1.9 : Variations de puissance en marche observées pour un écran cathodique 17'' (gauche) et 17'' plat (droite)

Dans le tableau de la figure A 1.10, on a regroupé les valeurs extrêmes, pour chaque type d'écran, du rapport de la puissance maximum atteinte à la puissance moyenne. Les taux de variation donnés sont donc légèrement inférieurs à la réalité.

	Moyenne	Minimum	Maximum	Nombre de valeurs
15'' plat	112%	103%	133%	38
17'' plat	116% (113%*)	104%	170%	18
15'' cathodique	120%	107%	142%	36
17'' cathodique	120%	106%	199%	140
19'' cathodique	119%	109%	139%	29
21'' cathodique	115%	106%	125%	16

* : valeur moyenne si on ne tient pas compte de l'écran étant soumis aux plus grandes variations

Figure A1.10 : Valeurs moyenne, minimale, maximale prises par le ratio puissance maximale sur puissance moyenne en marche

Les variations de puissance appelée en marche sont donc moins importantes pour les écrans plats que pour les écrans cathodiques. Ce fait est confirmé par la répartition des ratios puissance maximale sur puissance moyenne des écrans donnée par la figure A1.11. Cela va dans le sens des observations de Chris Calwell [19] (voir figure A1.8), à savoir que la consommation d'un écran cathodique est beaucoup plus sensible à l'image affichée que celle d'un écran plat. Il semble aussi que plus la taille d'un écran cathodique augmente moins sa consommation varie. L'explication tient peut-être dans l'application qui est faite des moniteurs de grandes dimensions. En effet ceux-ci sont souvent dédiés à une tâche précise (dessin, infographie...) alors que l'usage des 15'' et 17'' cathodiques est plus polyvalent.

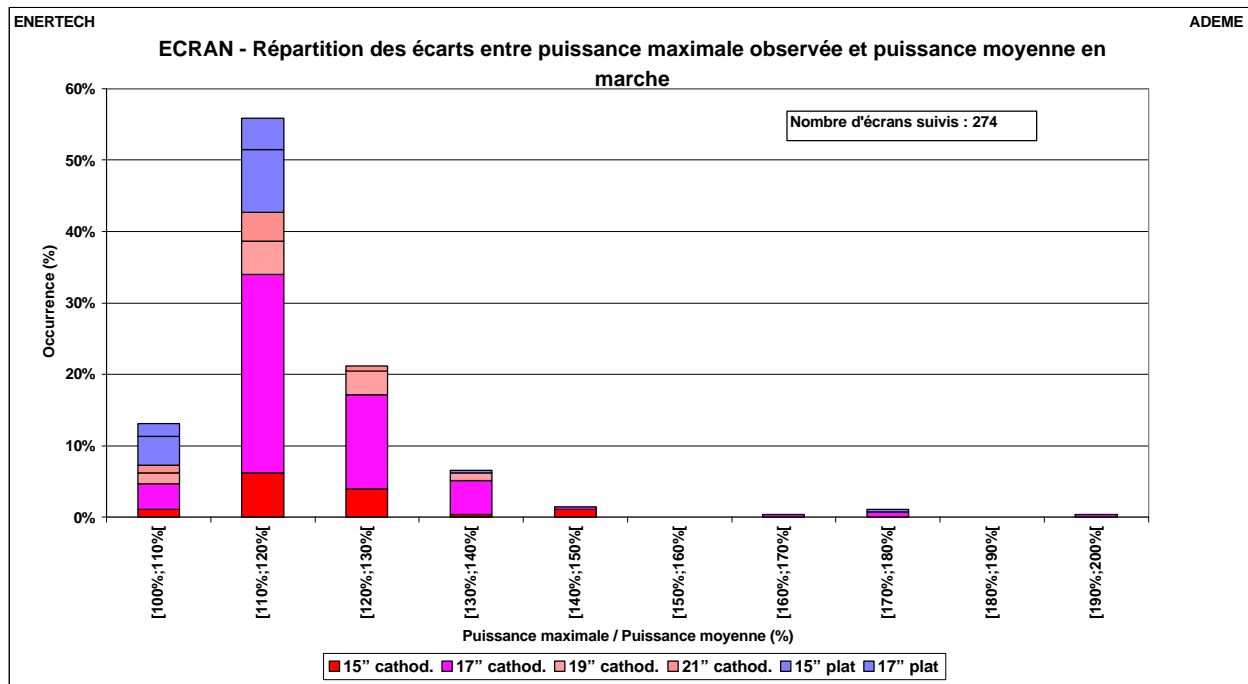


Figure A1.11 : Répartition des ratios puissance maximale sur puissance moyenne en marche en fonction du type d'écran

A.1.2 ACTIVATION DU GESTIONNAIRE D'ENERGIE

A.1.2.1 Impossibilité de passage en veille

Sur certains écrans suivis, le passage en veille est impossible et ce pour deux raisons :

- le système d'exploitation est Windows NT qui ne possède pas de fonction de gestion de l'énergie (17% de l'échantillon comme on le voit sur le graphique A1.12)
- l'accès au gestionnaire d'énergie est impossible (certains responsables informatiques limitent l'accès aux paramètres de configuration).

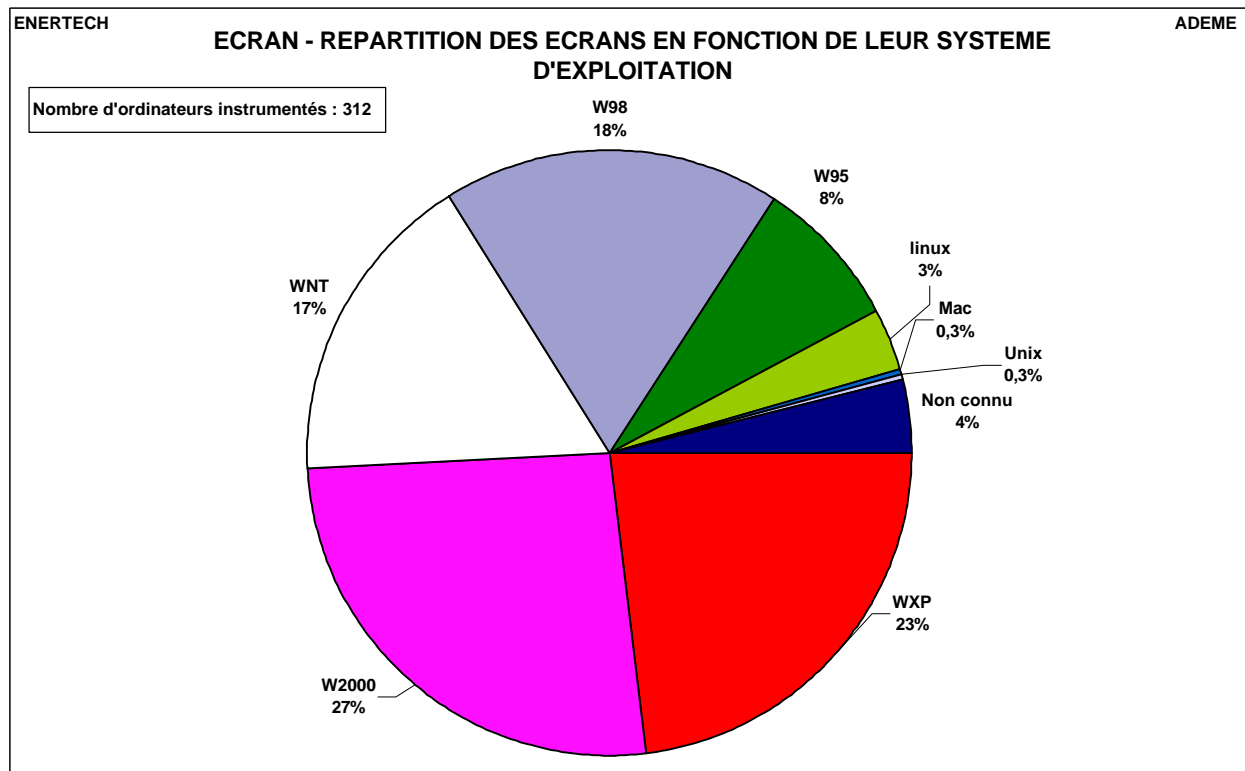


Figure A1.12 : Répartition des différents systèmes d'exploitation rencontrés sur les ordinateurs de l'échantillon

A.1.2.2 Taux d'activation

Sur 280 écrans suivis, 130 (soit 46% de l'échantillon) avaient leur gestionnaire d'énergie activé. Ce taux d'activation est donc supérieur à celui trouvé lors de l'enquête [2] (38% d'un échantillon de 353 écrans). Le graphique de la figure A1.13 présente le taux d'activation en fonction des caractéristiques de l'écran. L'écran cathodique 15" est le type le plus ancien et tend à disparaître. Au moment de la mise en service de ces moniteurs, le gestionnaire d'énergie n'était jamais activé à la livraison ce qui explique que le taux d'activation n'est que de 25%. Les écrans les plus récents sont couramment livrés avec le gestionnaire activé. Le taux d'activation est donc plus élevé pour les moniteurs plats 15" (60%), plats 17" (50%) et dans une moindre mesure 17" cathodique. Les écrans de grandes tailles 19" et 21" cathodiques présentent eux-aussi des taux d'activation élevés. On peut émettre l'hypothèse que les usagers (ou les responsables informatiques) savent qu'ils consomment plus et donc activent le gestionnaire, à moins tout simplement que ces écrans soient des modèles récents sur lesquels le gestionnaire d'énergie était activé à la livraison. De plus, 7 responsables informatiques déclaraient lors de l'enquête activer systématiquement le gestionnaire d'énergie des écrans à l'installation.

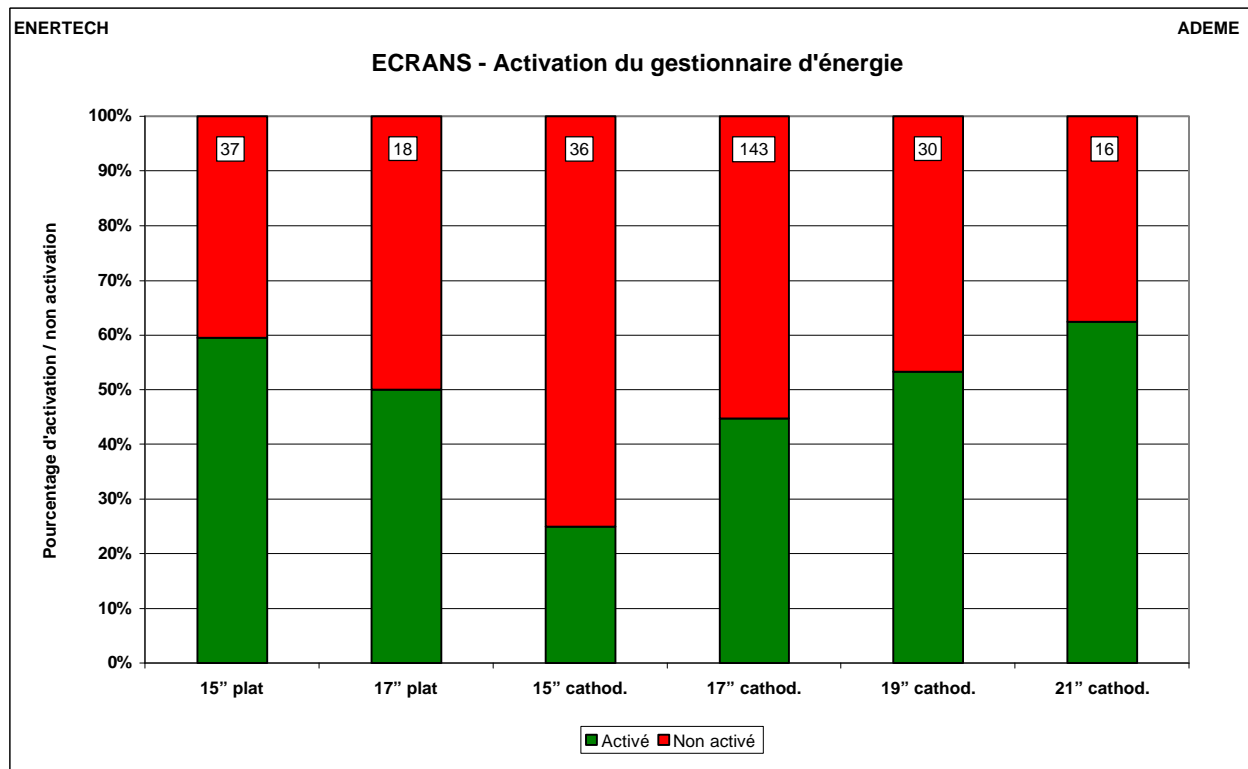


Figure A1.13 : Taux d'activation du gestionnaire d'énergie en fonction des caractéristiques des écrans

A.1.2.3 Délai d'activation

Quand le gestionnaire d'énergie est activé, dans près de deux tiers des cas le délai d'activation est de 20 minutes (graphique de la figure A1.14). Cette valeur est inférieure à celle de l'enquête [2] (77%). Cette forte proportion est due à la configuration par défaut par le constructeur du délai d'activation à 20 minutes. Seul 14% des écrans possèdent une temporisation inférieure à 20 minutes alors qu'on peut raisonnablement penser qu'un passage en veille après 10 minutes ne provoque aucune gêne pour l'utilisateur.

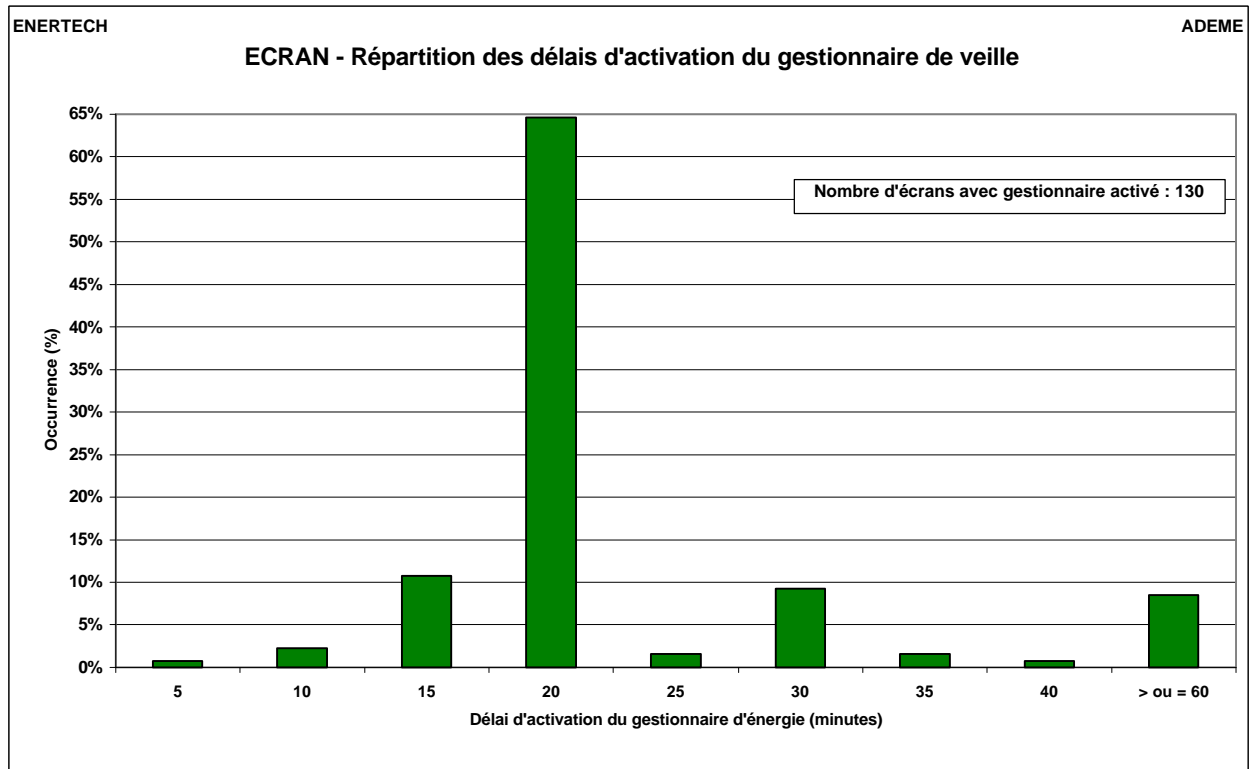


Figure A1.14 : Délai d'activation du gestionnaire d'énergie des écrans suivis

A.1.2.4 Problèmes rencontrés

Sur le graphique de la figure A1.15, on compare, pour chaque écran, la durée de fonctionnement réellement observée grâce au wattmètre série placé sur l'écran à la valeur théorique obtenue grâce aux données du Pcmètre pour un même délai d'activation. Pour le calcul de la valeur théorique, on considère que l'écran fonctionne quand il est utilisé puis qu'il passe en veille après le délai d'activation réglé.

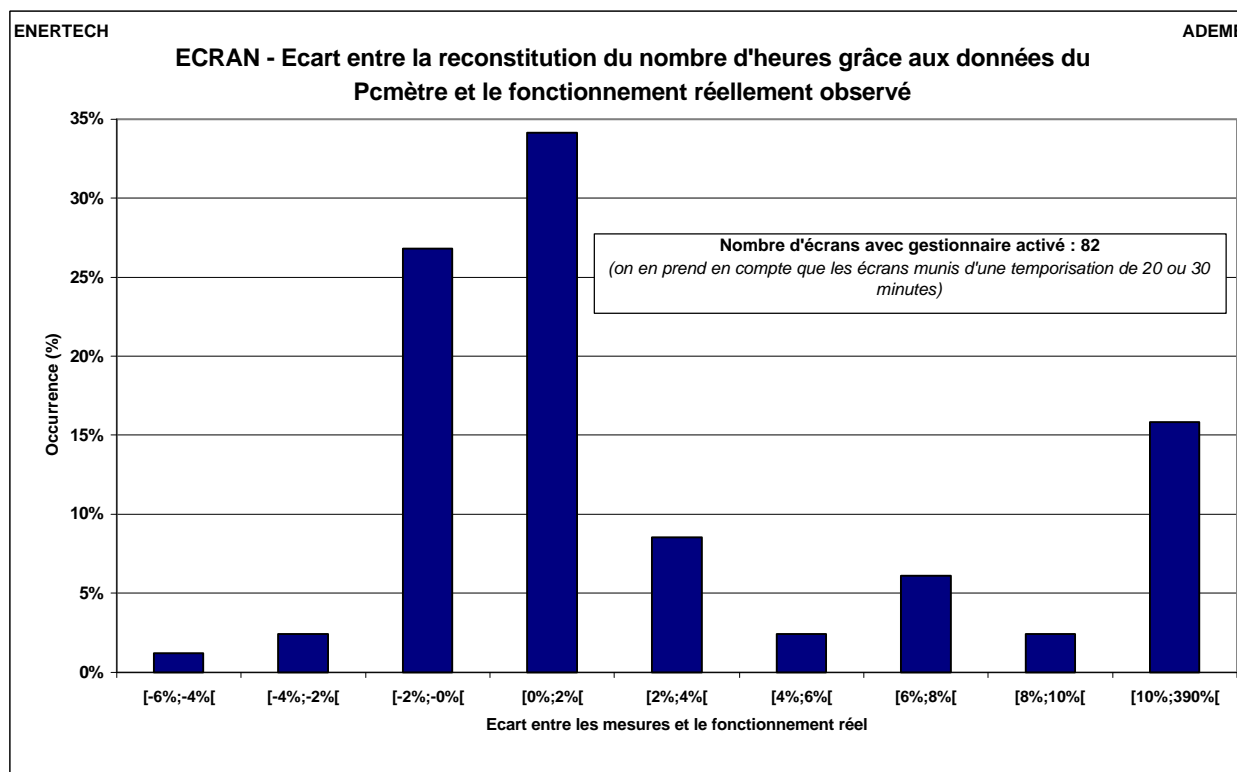


Figure A1.15 : Ecart observé entre les durées de fonctionnement réel (données des Wattmètres série) et reconstitué (grâce aux Pcmètres) des écrans

Dans 60% des cas, les valeurs obtenues sont très proches (écart compris entre -2 et 2%). Cependant pour plus de 35% des écrans, la durée réelle est supérieure à la durée reconstitué (grâce aux données des Pcmètres) de plus de 4% . Dans un cas, le temps de marche réel est même près de 5 fois supérieur à la valeur calculée ! L'observation des données permet d'avancer plusieurs explications à cette surconsommation.

A.1.2.4.1 Passage en veille non systématique

Sur certains écrans le passage en mode veille ne se fait pas systématiquement. Les graphiques de la figure A1.16 présente deux situations observées :

- Sur le graphique de gauche, le passage en veille au bout de 20 minutes se fait bien au cours de la journée mais le soir, après la dernière utilisation, le moniteur ne s'arrête pas.
- Sur le graphique de droite, on voit qu'il y a deux délais de passage en veille (20 ou 34 minutes). Pour cet écran, on a relevé comme paramètre d'activation du gestionnaire d'énergie dans le panneau de gestion de l'alimentation, la durée de 20 minutes. On retrouve ce phénomène (délais 20 et 34 minutes) sur plusieurs ordinateurs de l'échantillon.

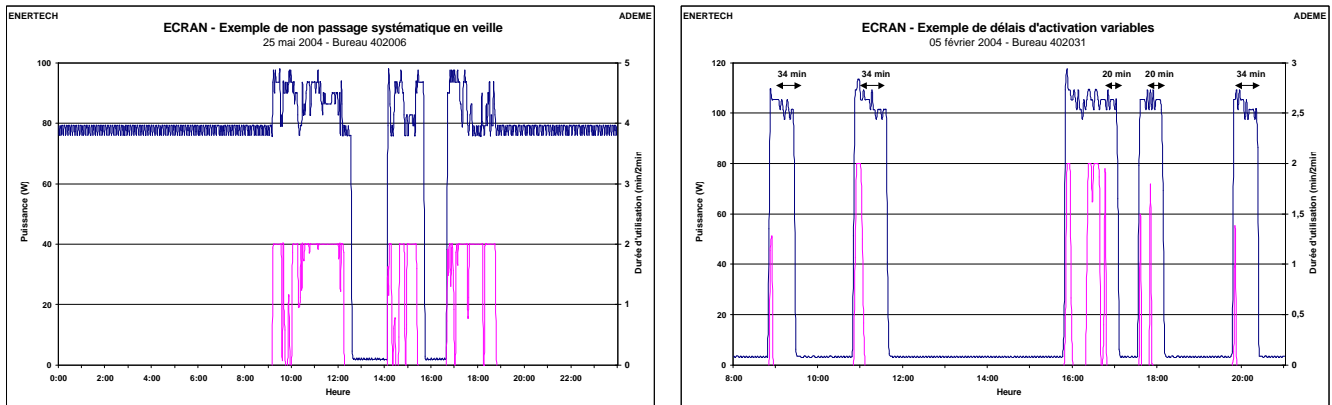


Figure A1.16 : Exemples de non passage en veille systématique des écrans

A.1.2.4.2 Mises en route intempestives

On a observé des cas où les écrans se mettaient en route sans utilisation. Par exemple, le moniteur représenté sur le graphique de gauche de la figure A1.17 se met régulièrement en route toutes les heures (le Pcmètre repère alors la sollicitation externe qui provoque cette mise en route et s'active donc pour une minute). Dans l'exemple de droite, l'écran se met en route tous les matins à la même heure (06:30) et s'arrête comme prévu au bout de 20 minutes grâce au gestionnaire d'énergie.

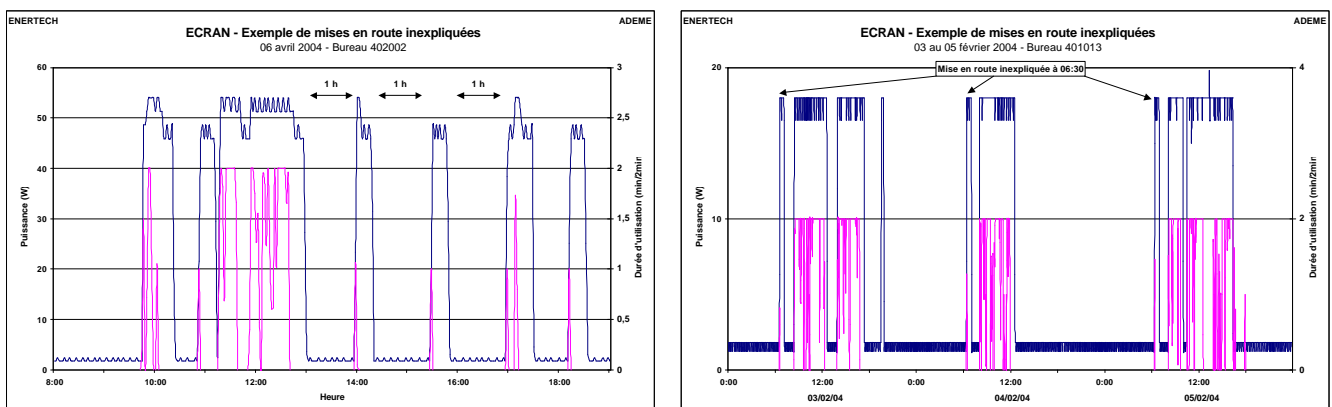


Figure A1.17 : Exemples de mises en route inexplicables

A.1.2.4.3 Désactivation du gestionnaire d'énergie en cours de campagne

Enfin pour certains écrans, le gestionnaire d'énergie a été désactivé en cours de période de mesures. On voit sur le graphique A1.18, l'augmentation de consommation qui découle d'une telle action.

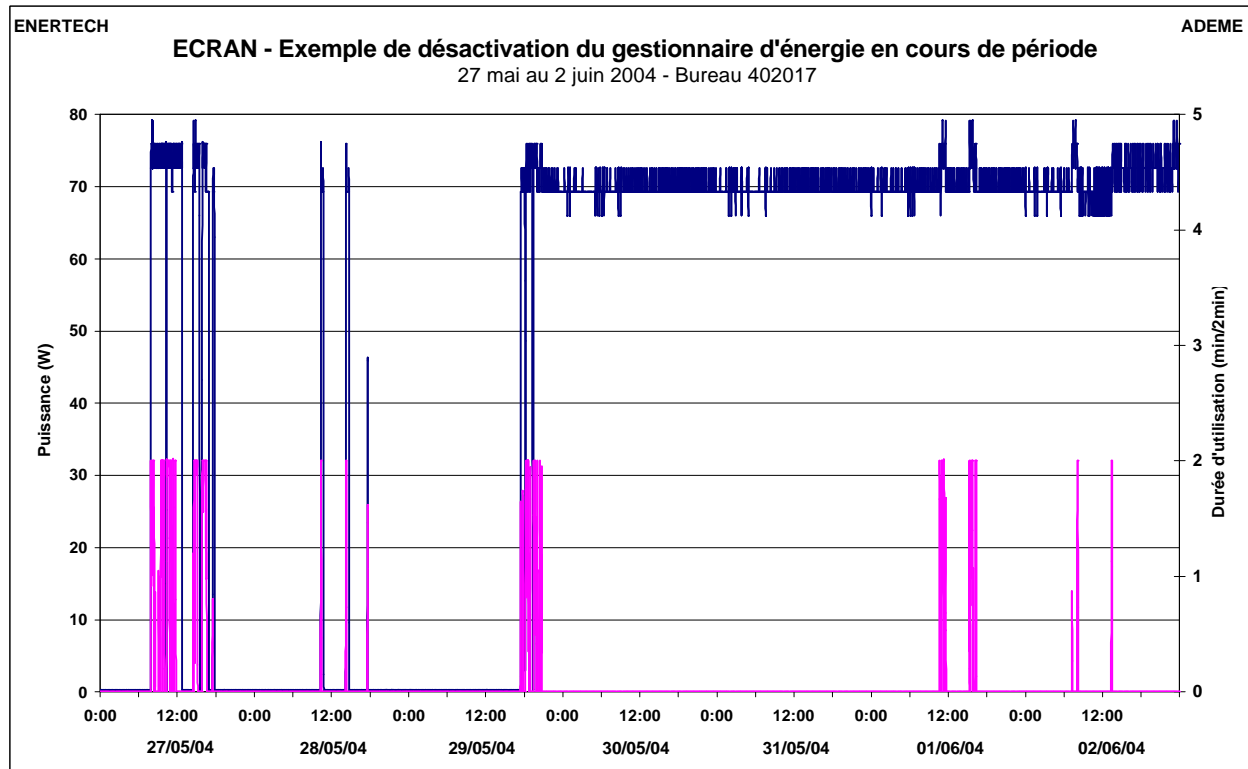


Figure A1.18 : Désactivation du gestionnaire d'énergie en cours de période de mesures

A.1.3 ANALYSE DES DUREES DE MARCHE

A.1.3.1 Durée de marche

Comme on le voit sur l'histogramme de la figure A1.19, la plage des durées de marche va de 148 à 8784 heures par an (soit une année – bissextile- complète) et la valeur moyenne est égale à 2510 h/an soit 11,2 h/jour ouvré.

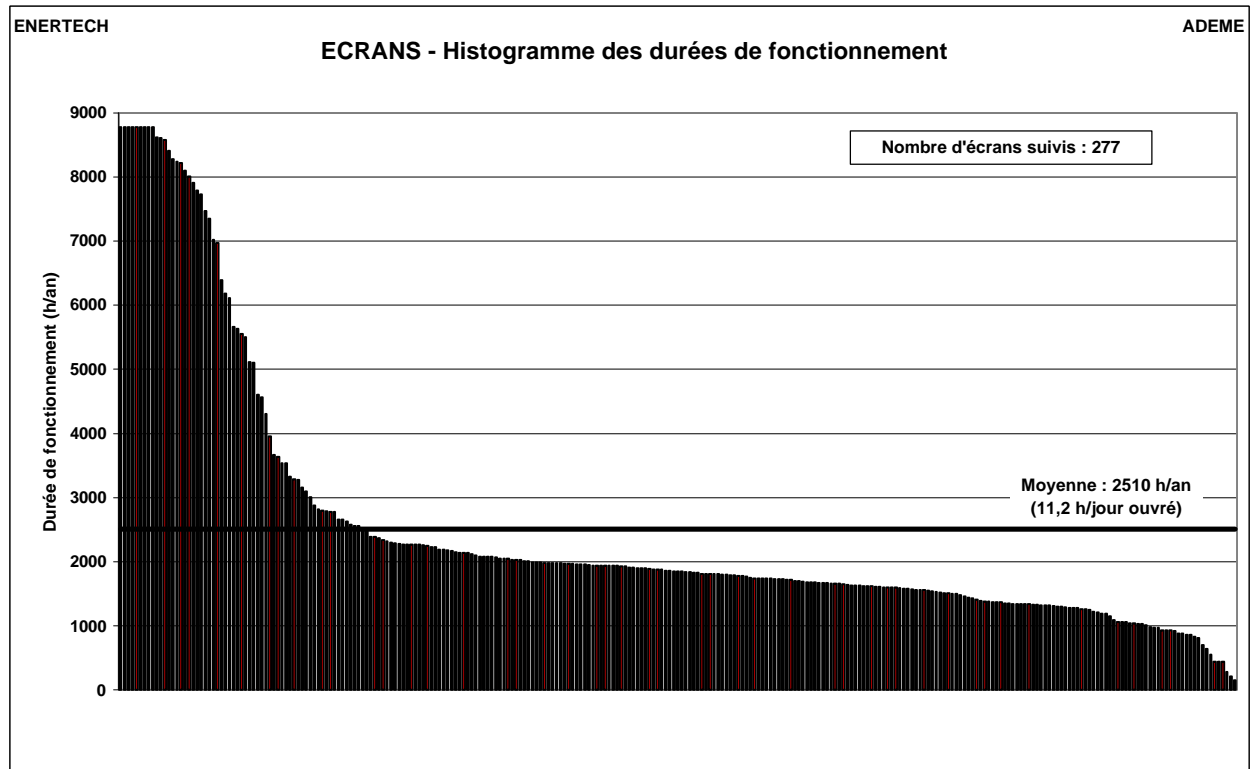


Figure A1.19 : Histogramme des durées de fonctionnement des écrans

La courbe des fréquences cumulées (figure A1.20) nous apprend que 4% des écrans fonctionnent en continu.

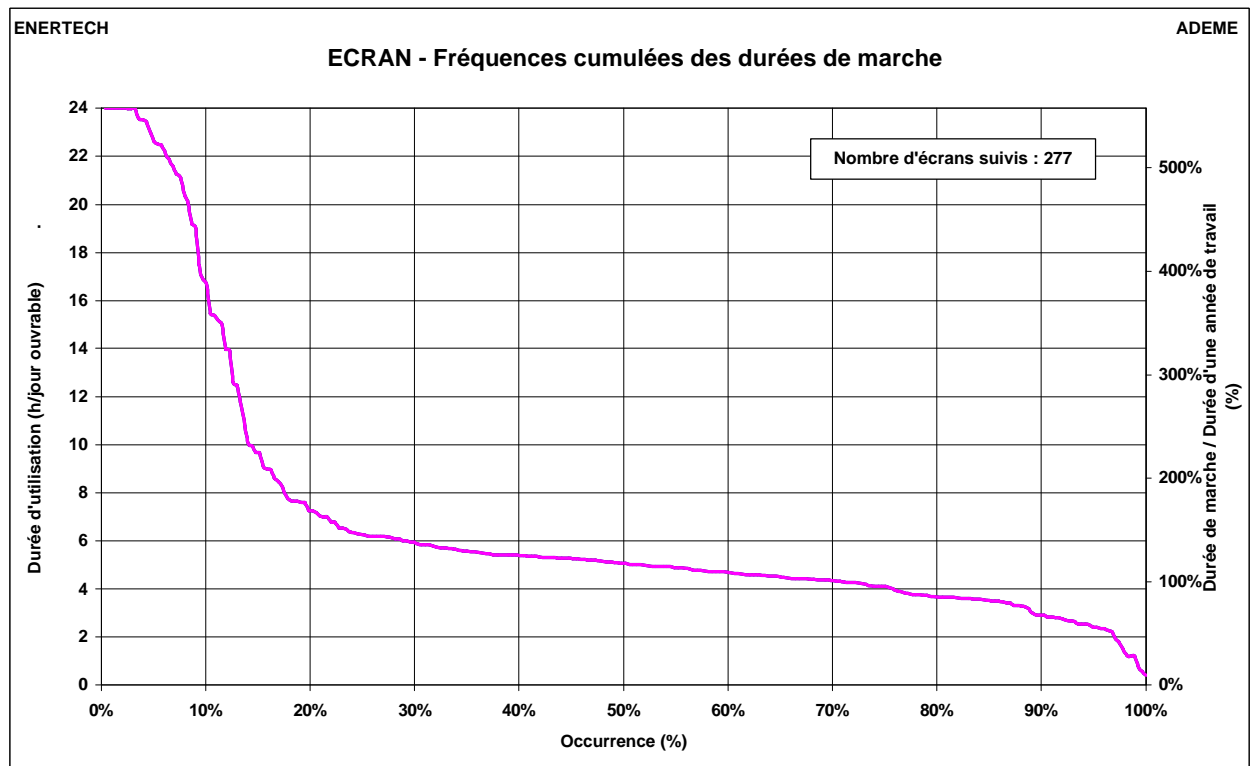


Figure A1.20 : Fréquences cumulées des durées de marche des écrans (en heures/jour ouvrable)

De plus, près des trois quarts des moniteurs fonctionnent plus que nombre d'heure total d'une année de travail (à savoir 1575 heures, soit 7 heures pendant 225 jours). Les écrans fonctionnent en moyenne 159% d'une année de travail ou encore 29% d'une année civile.

A.1.4 ANALYSE DES CONSOMMATIONS

L'histogramme de la figure A1.21 indique les consommations observées pour les écrans de l'échantillon. La consommation moyenne d'un écran, tous types confondus, est de **161 kWh/an**. Les valeurs varient dans un rapport 1 à 80. L'écran le plus « gourmand » consomme 977 kWh/an, soit autant que l'ensemble des trente moniteurs présentant les plus faibles consommations. Les variations de consommations s'expliquent essentiellement par trois raisons : la taille, la technologie et l'activation/non activation du gestionnaire d'énergie.

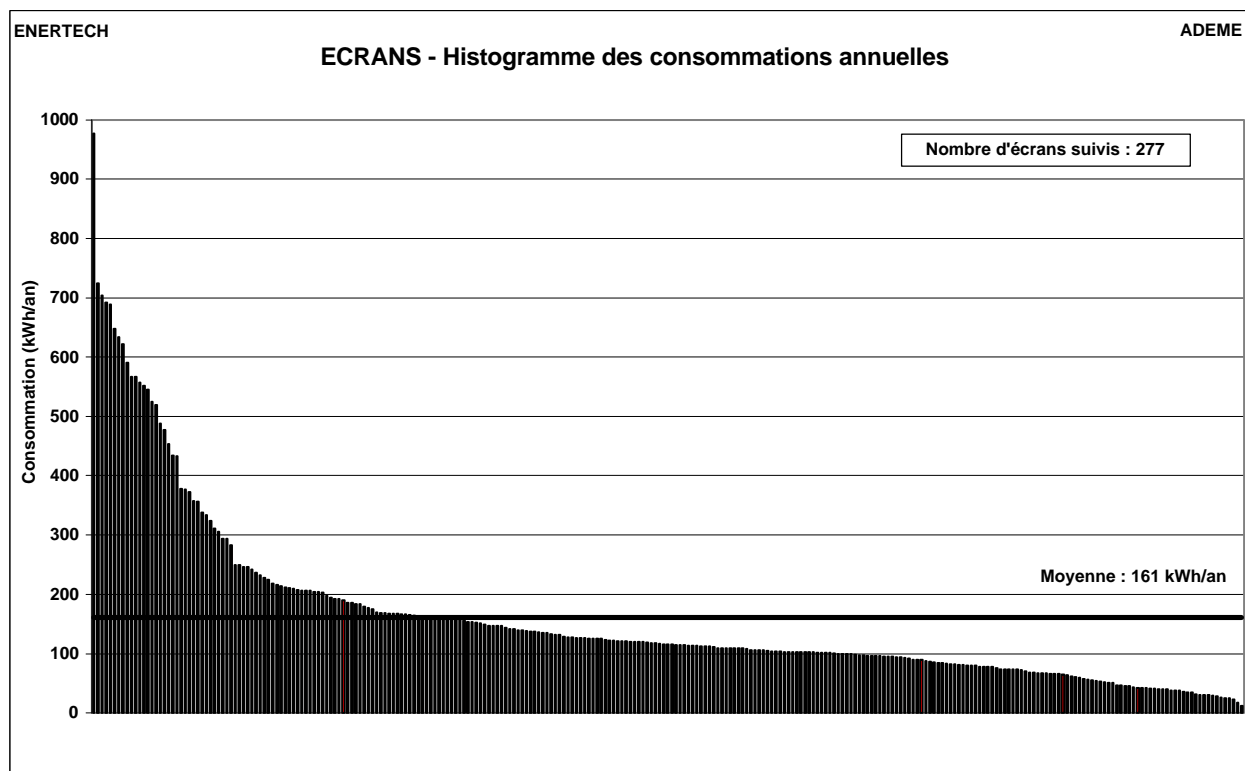


Figure A1.21 : Histogramme des consommations annuelles des écrans

A.1.4.1 Taille et technologie

Le graphique de la figure A1.22 donne les consommations moyennes observées pour les différents types d'écran suivis. Les consommations observées varient dans un rapport de 1 (écran plat 15") à plus de 5 (écran cathodique 21"). Un écran plat 15" consomme 2,9 fois moins que son équivalent cathodique 17" et un modèle plat 17", 2,3 fois moins qu'un 19" cathodique. Cela s'explique tout d'abord par le fait que, comme on l'a vu au paragraphe A.1.1.2.1, les puissances appelées par les écrans plats sont très inférieures à celles appelées par les moniteurs cathodiques. De plus les durées de marche des écrans plats sont elles-aussi

Annexe 1 : Les écrans – Etat des lieux

inférieures d'environ 15% à celles des modèles cathodiques, essentiellement grâce à l'activation du gestionnaire d'énergie (ce point sera repris plus en détail au paragraphe A.1.4.2).

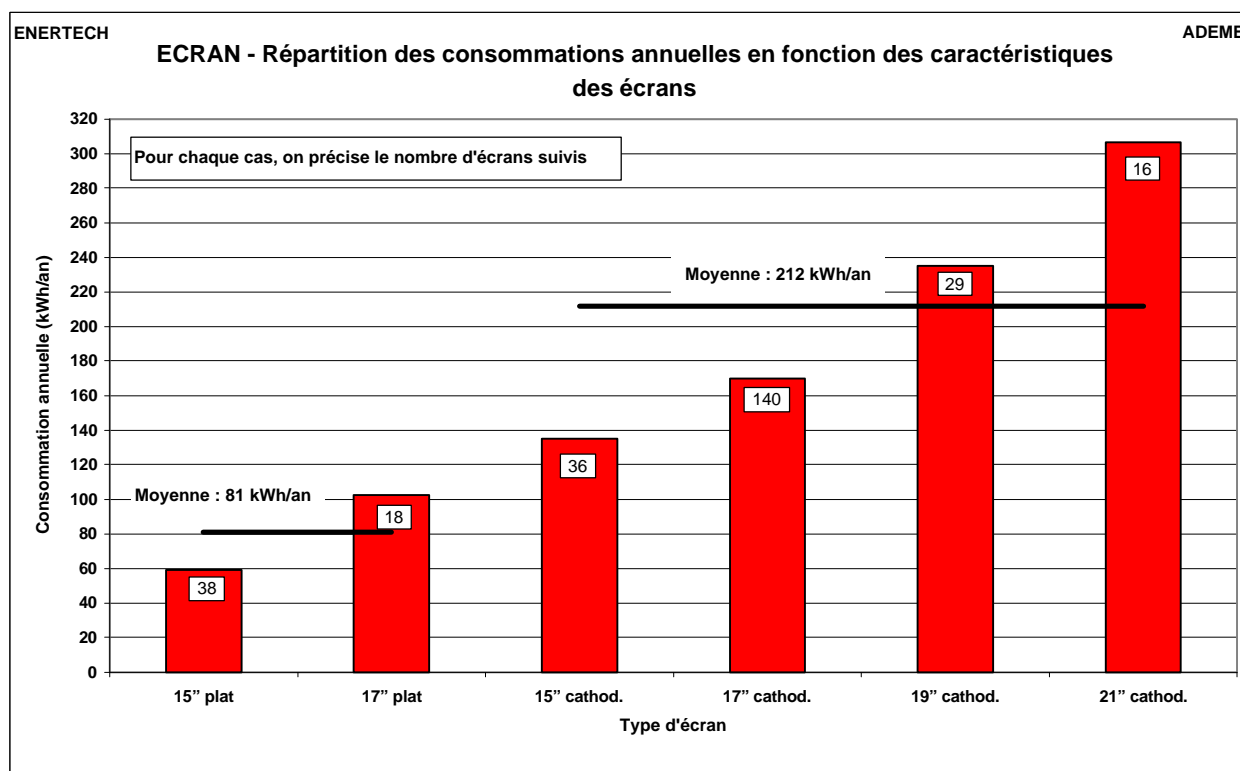


Figure A1.22 : Consommations moyennes annuelles en fonction du type d'écran

A.1.4.2 Activation/non activation du gestionnaire d'énergie

En moyenne sur l'échantillon, l'activation du gestionnaire d'énergie permet de réduire la consommation de 45%. Comme on le voit sur le graphique de la figure A1.23, de manière générale, plus l'écran est grand plus la réduction est importante.

Le **remplacement** d'un écran **cathodique 17"** avec **gestionnaire de veille non activé** par un écran **plat 15"** munis d'un **gestionnaire de veille** permet de **réduire la consommation de 78%**. On remarque encore que la consommation d'un écran plat n'est pas dans tous les cas inférieure à celle d'un écran cathodique. Ainsi un écran plat 17" dont le gestionnaire d'énergie n'est pas activé consomme pratiquement autant que son homologue cathodique 19" avec gestionnaire d'énergie. Si on veut réduire la consommation d'électricité d'un ordinateur, le choix de la technologie LCD (écran plat) n'est pas suffisant, il faut aussi veiller à activer le gestionnaire d'énergie.

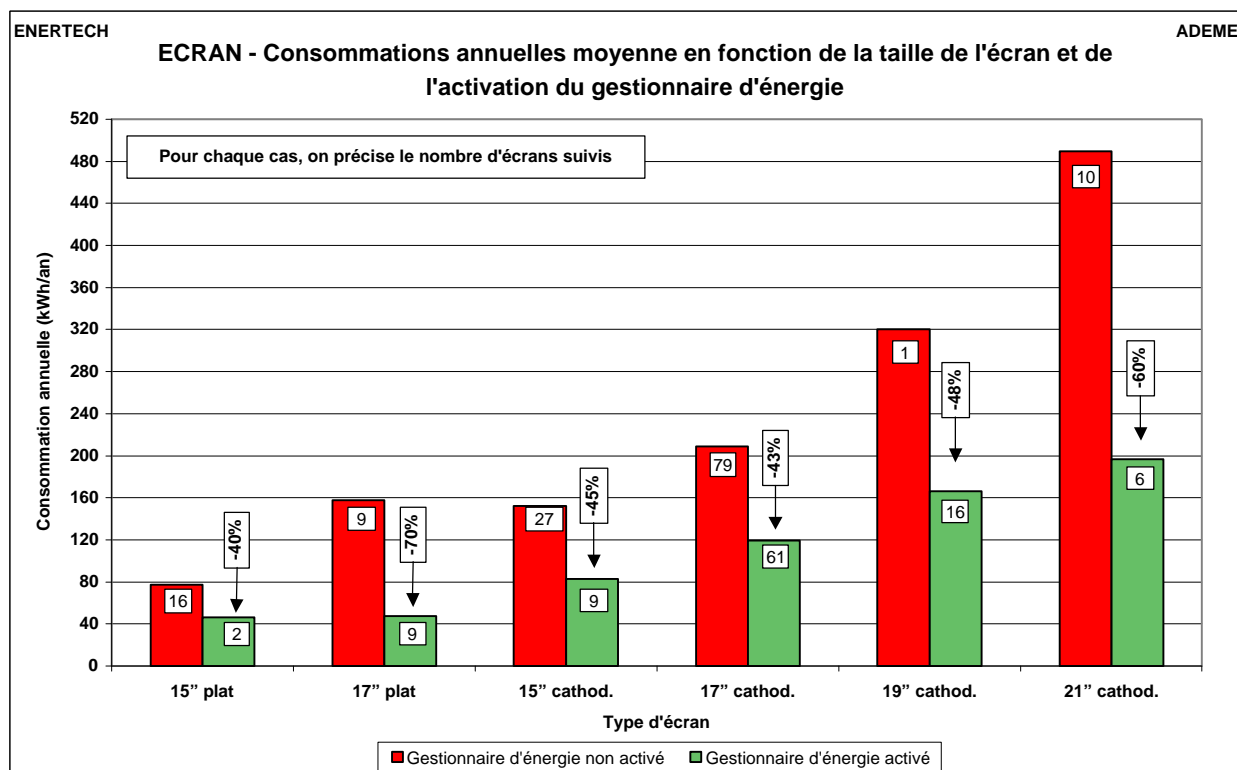


Figure A1.23 : Consommations moyennes annuelles en fonction du type d'écran et de l'activation du gestionnaire d'énergie

A.1.4.3 Répartition de la consommation entre les différents états de fonctionnement

Comme on le voit sur la figure A1.24, en moyenne seul un quart de la consommation correspond à une utilisation. Plus des deux tiers de l'énergie est consommée en marche mais sans utilisation et enfin 7% correspondent à un état de veille ou d'arrêt.

La répartition entre les trois états varie en fonction de la configuration (graphique de la figure A1.25). La part de la consommation en marche avec utilisation varie entre 18 et 30%. La consommation à l'arrêt et en veille oscille elle entre 2 et 17%. Le maximum est atteint pour les écrans plats 15" qui sont les écrans présentant un des plus forts taux d'activation du gestionnaire de veille et, qui plus est, appellent la puissance minimum. Enfin, ce sont les écrans pour lesquels le gestionnaire d'énergie est le moins souvent activé qui ont la consommation en marche sans utilisation la plus élevée (de l'ordre de 70% de la consommation totale).

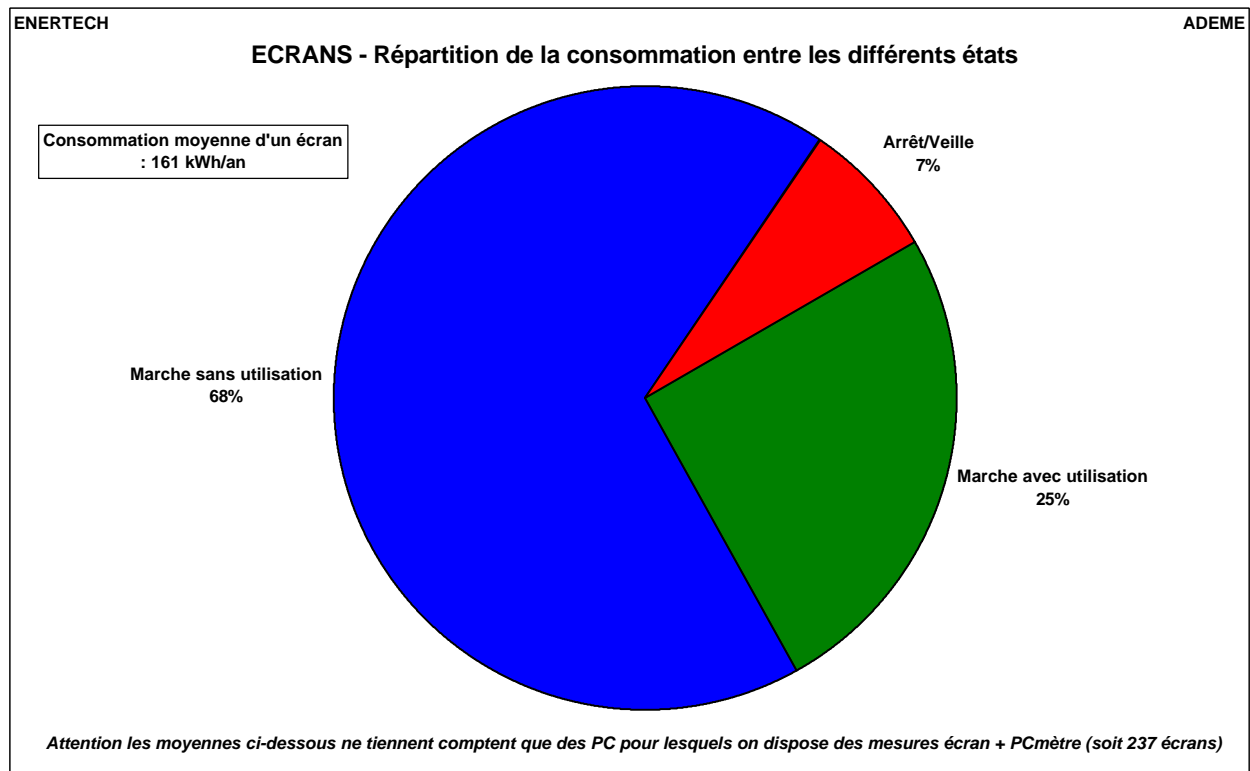


Figure A1.24 : Répartition de la consommation moyenne d'un écran entre les différents états

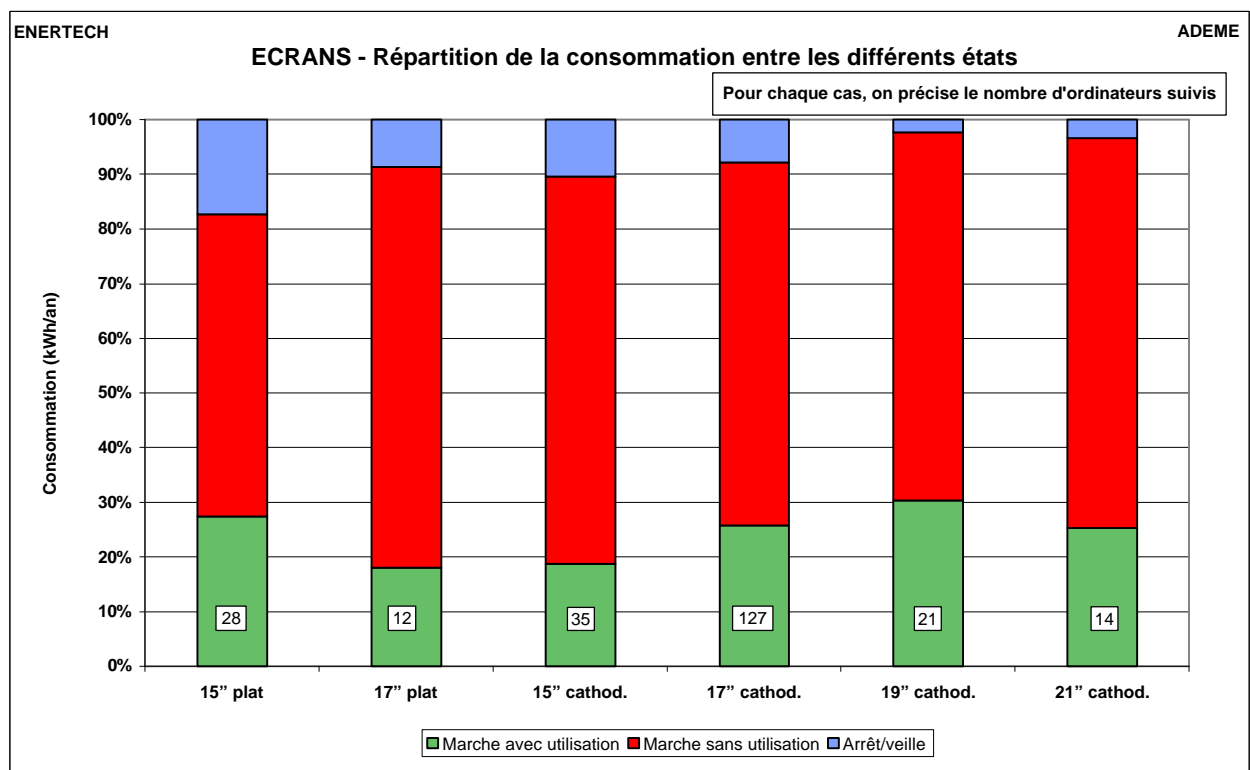


Figure A1.25 : Répartition de la consommation moyenne entre les différents états en fonction des caractéristiques de l'écran

A.1.5 ANALYSE DES COUTS (ABONNEMENT ET CONSOMMATION)

Dans le tableau de la figure A1.26, on détaille le coût électrique des écrans en fonction de leurs caractéristiques.

TARIF EDF	TYPE D'ECRAN					
	15" plat	17" plat	15" cathod.	17" cathod	19" cathod	21" cathod
B*	2,3 2,3 + - (4)	8,3 8,3 + - (5)	-	13,0 13,0 + - (17)	10,8 10,8 + - (3)	16,0 16,0 + - (4)
BHC*	3,5 3,5 + - (5)	-	7,4 7,4 + - (2)	13,2 13,2 + - (5)	18,4 18,4 + - (2)	-
JUM*	3,1 2,7 + 0,4 (4)	4,8 4,1 + 0,7 (2)	9,8 9,0 + 0,8 (7)	12,7 11,4 + 1,3 (23)	25,6 23,8 + 1,8 (2)	13,3 12,5 + 0,9 (1)
JUL*	3,8 2,4 + 1,4 (4)	-	8,9 5,3 + 3,6 (13)	9,3 5,7 + 3,6 (17)	-	25,6 19,7 + 5,9 (2)
VCU*	3,2 2,9 + 0,4 (1)	-	-	-	-	-
VMU*	3,2 2,6 + 0,6 (16)	3,2 2,6 + 0,6 (3)	5,0 3,6 + 1,4 (5)	7,8 5,9 + 1,9 (28)	7,1 4,9 + 2,2 (4)	-
VLU*	4,9 3,4 + 1,5 (4)	6,1 4,6 + 1,6 (7)	-	10,3 6,7 + 3,6 (30)	12,1 7,6 + 4,5 (16)	14,5 9,4 + 5,0 (7)
VTLU*	-	-	15,7 9,2 + 6,5 (2)	11,6 6,0 + 5,6 (15)	23,0 15,3 + 7,7 (1)	-

B : Bleu, BHC : Bleu Heures Creuses, JUM : Jaune Utilisations Moyennes, JUL : Jaune Utilisations Longues, VCU : Vertes Courtes Utilisations, VMU : Vert Moyennes Utilisations, VLU : Vert Longues Utilisations, VTLU : Vert Très Longues Utilisations.

Figure A1.26 : Coût de fonctionnement des écrans en fonction de leur taille et de la nature de l'abonnement (en euros H.T. / an)
(sur la deuxième ligne figure les coûts de consommation -gauche- et d'abonnement -droite- sur la troisième ligne, le nombre d'écrans de l'échantillon)

La consommation représente dans tous les cas l'essentiel du coût. La part de l'abonnement ne dépasse jamais 49% du prix total. Sur tout l'échantillon, les coûts de fonctionnement des écrans vont de 1 à 40 euros. Tous les écrans plats coûtent moins de 10 euros par an. Comme on le voit sur la figure A1.27, les coûts moyens associés aux écrans varient dans un rapport 1 à 12 d'une entreprise à l'autre. Ces variations sont fonctions du profil de puissance appelée principalement et dans une moindre mesure de la nature de l'abonnement.

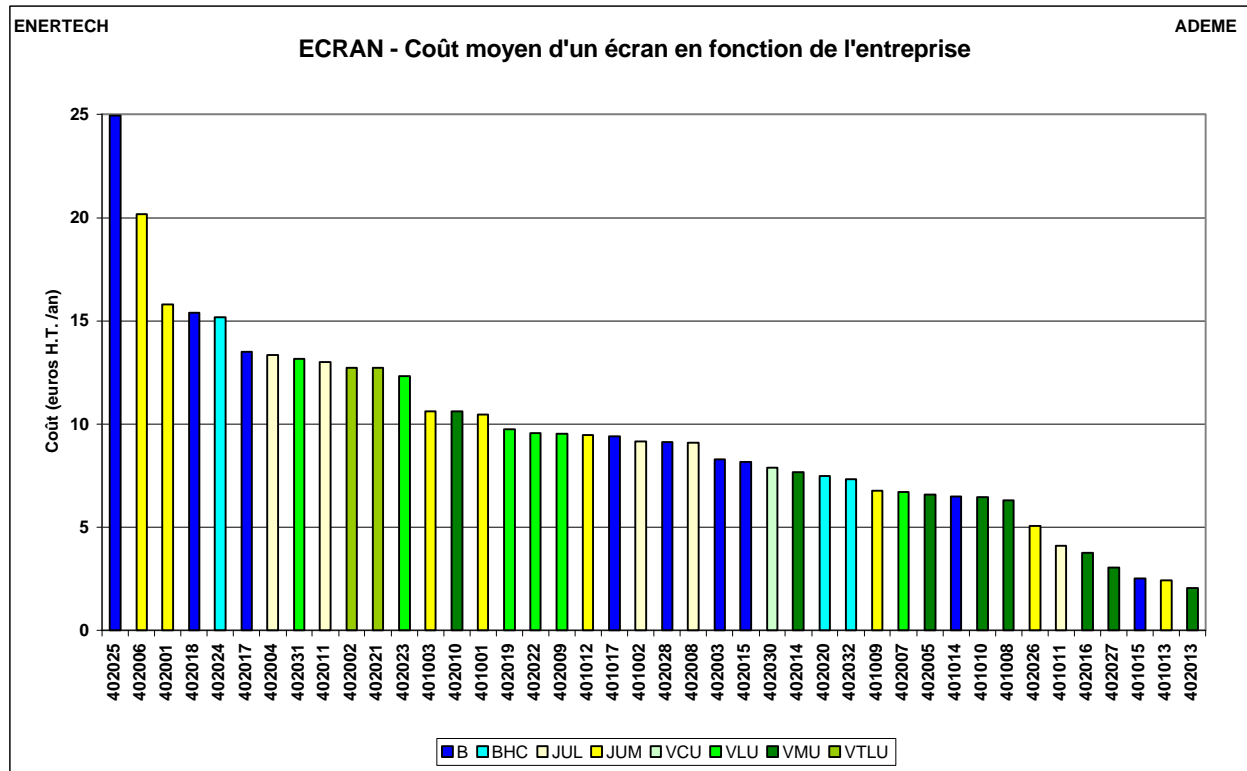


Figure A1.27 : Coût moyen d'un écran en fonction de l'entreprise

ANNEXE 2 : LES UNITES CENTRALES – ETAT DES LIEUX

A.2.1 ANALYSE DES PUISSANCES

Comme dans le cas des écrans, l'association des données du Pcmètre caractérisant l'utilisation et de celles du Wattmètre série (fonctionnement) permettent de déterminer les différents modes d'utilisation de l'unité centrale. Cependant, il sera impossible de caractériser l'état de veille car sur l'ensemble des unités centrales de l'échantillon, seule une avait son gestionnaire d'énergie activé. Cet ordinateur n'est passé en veille qu'une fois au cours de la période de mesure. Cette journée est représentée sur le graphique A2.1.

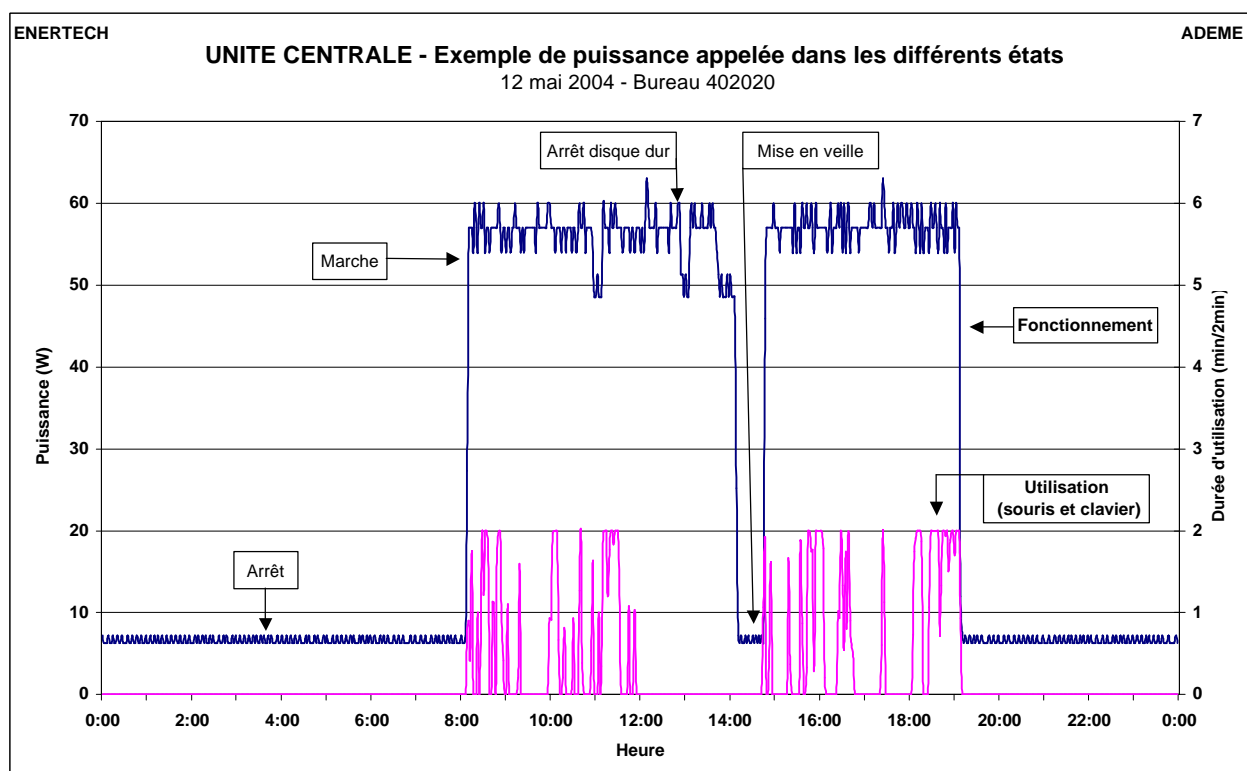


Figure A2.1 : Exemple de fonctionnement d'une unité centrale

A.2.1.1 Puissance appelée à l'arrêt

Le graphique A2.2 donne la répartition des puissances appelées à l'arrêt par les unités centrales.

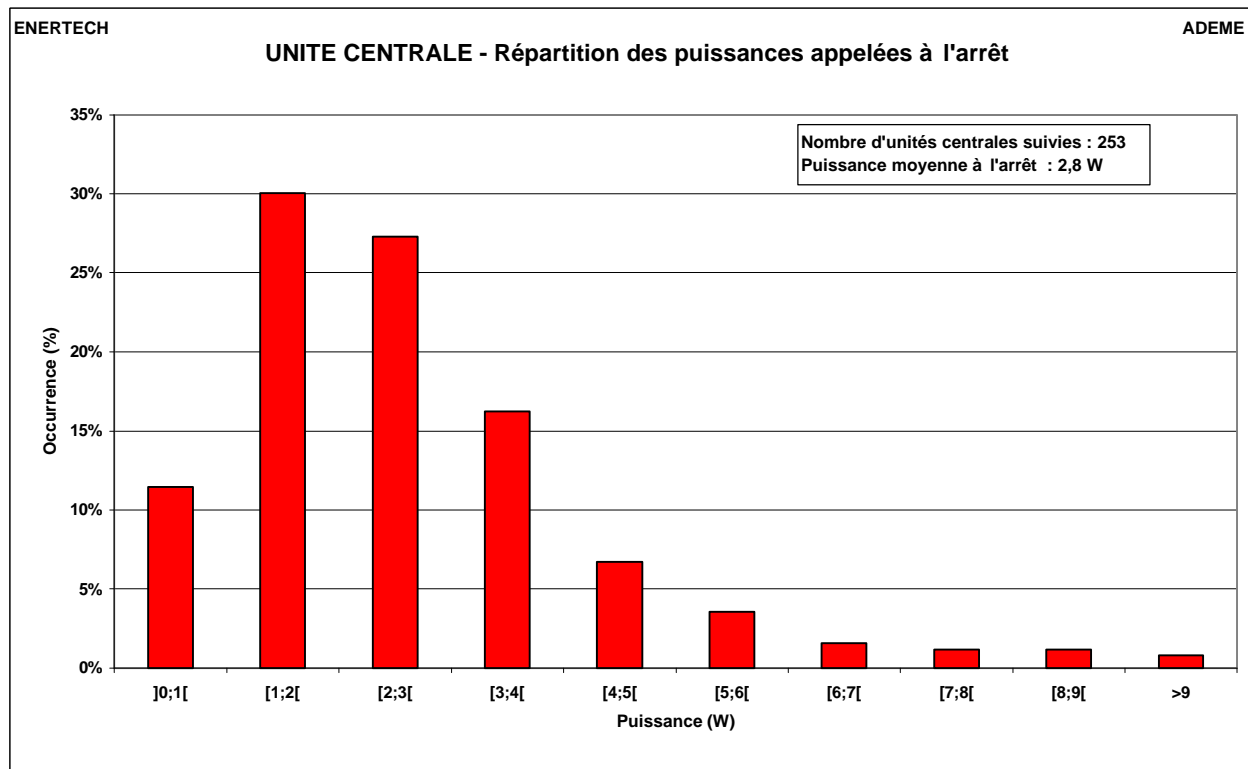


Figure A2.2 : Répartition des puissances appelées à l'arrêt par les unités centrales

Toutes les unités centrales suivies possèdent une consommation non nulle à l'arrêt ce qui signifie que la coupure au moment de l'arrêt se fait systématiquement au niveau du secondaire du transformateur. La puissance moyenne est de 2,8W et dans les trois quarts des cas, cette puissance est comprise entre 1 et 4W.

A.2.1.2 Puissance appelée en marche

A.2.1.2.1 Etude des puissances moyennes sur la période de mesure

Le graphique A2.3 indique la répartition des puissances moyennes des unités centrales en marche. Toutes les unités centrales appellent une puissance moyenne inférieure à 100W, à l'exception d'une qui consomme 150W (il s'agit du poste de travail d'un chercheur en automatique). Les puissances varient dans un rapport 1 à 4. N'ayant pas eu la possibilité de relever les caractéristiques des ordinateurs (ce qui aurait pris trop de temps), nous ne pouvons expliquer les variations observées.

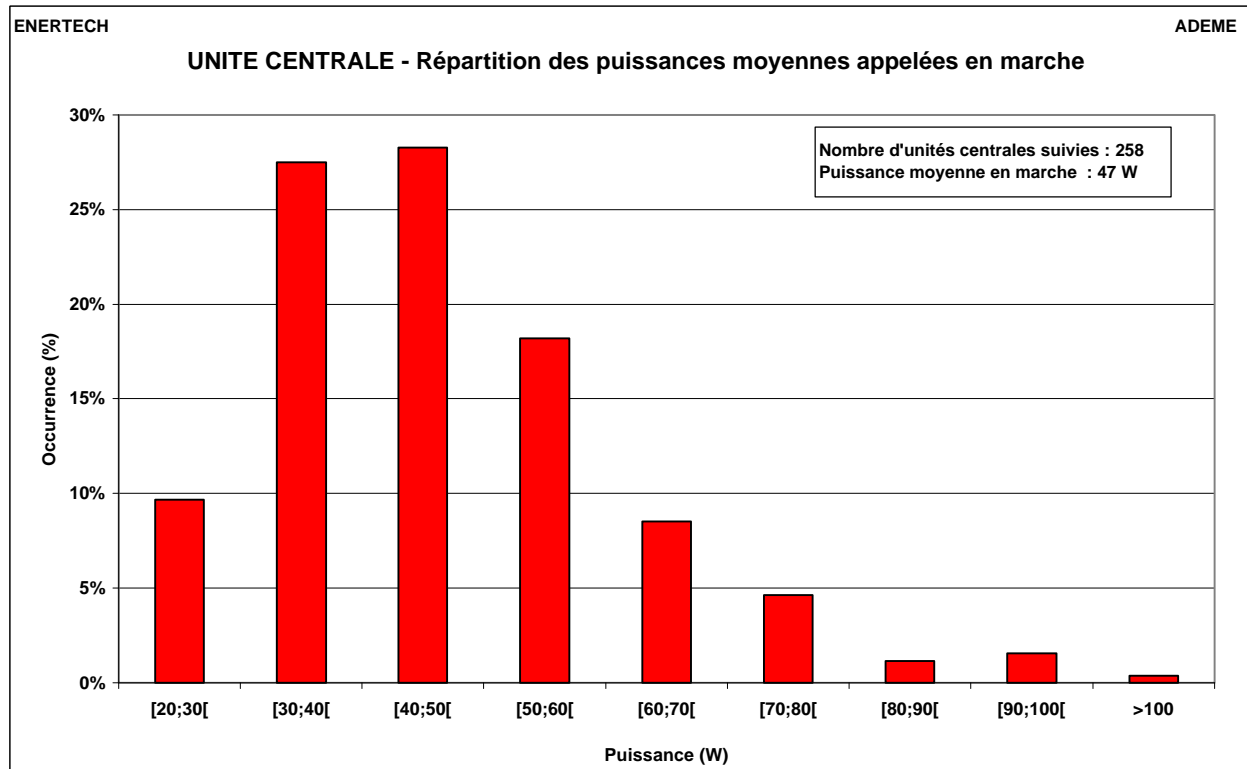


Figure A2.3 : Répartition des puissances appelées en marche par les unités centrales

Cependant, cette question a été investiguée dans d'autres études (cf. rapport cité au paragraphe A.1.1.1. [18]) et une conclusion est que les performances énergétiques d'une unité centrale sont notamment fonction de la marque et de la vitesse du processeur (figure A2.4).

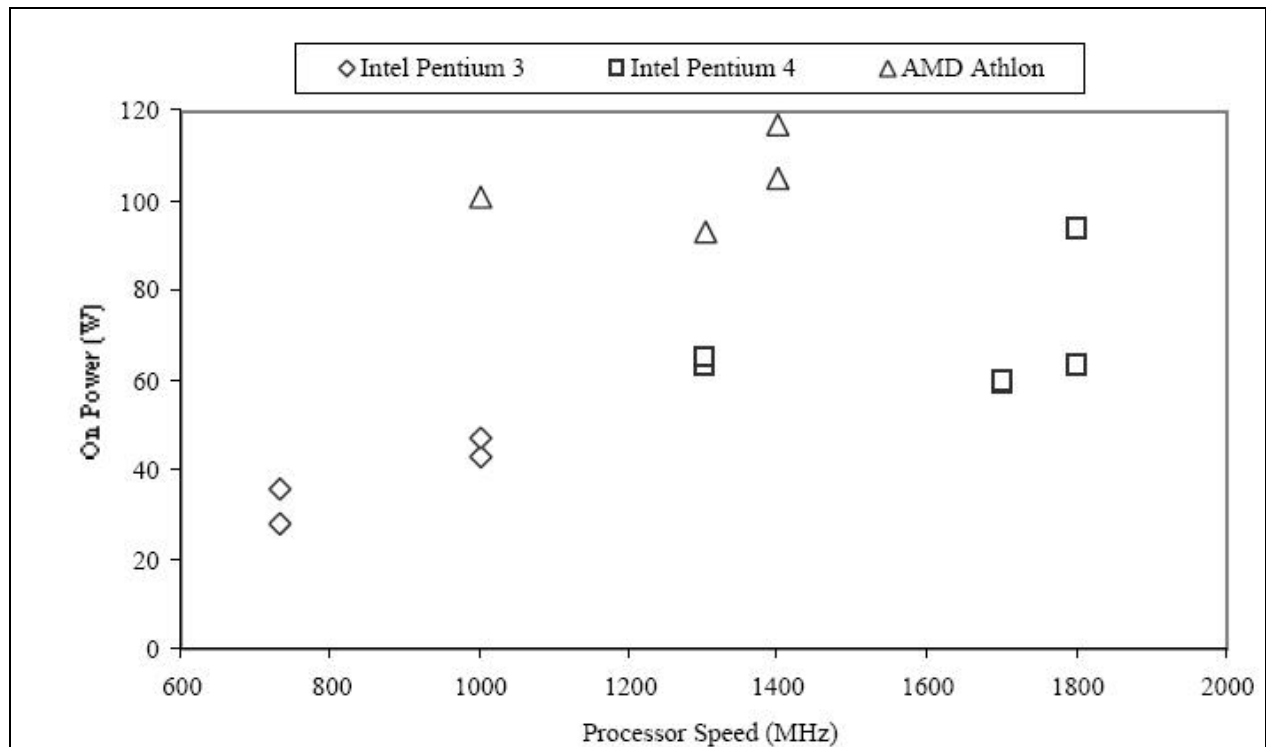


Figure A2.4 : Consommation d'une unité centrale en fonction du processeur [18]

Annexe 2 : Les unités centrales – Etat des lieux

Le graphique A2.5 donne la consommation moyenne d'une unité centrale en fonction du secteur d'activité. Ce n'est pas dans le secteur de la recherche que les ordinateurs consomment en moyenne le plus comme on aurait pu s'y attendre. Les puissances observées dans le commerce paraissent élevées alors que les applications utilisées ne doivent pas demander une puissance de calcul importante. Il semble donc que le choix des capacités d'une unité centrale n'est pas fait en fonction des besoins réels liés à l'utilisation. Il faut cependant préciser que nous n'avons pas suivi uniquement des ordinateurs caractéristiques d'un secteur d'activité mais aussi des machines de personnel que l'on retrouve dans toute entreprise (secrétaires, comptables, standardistes...).

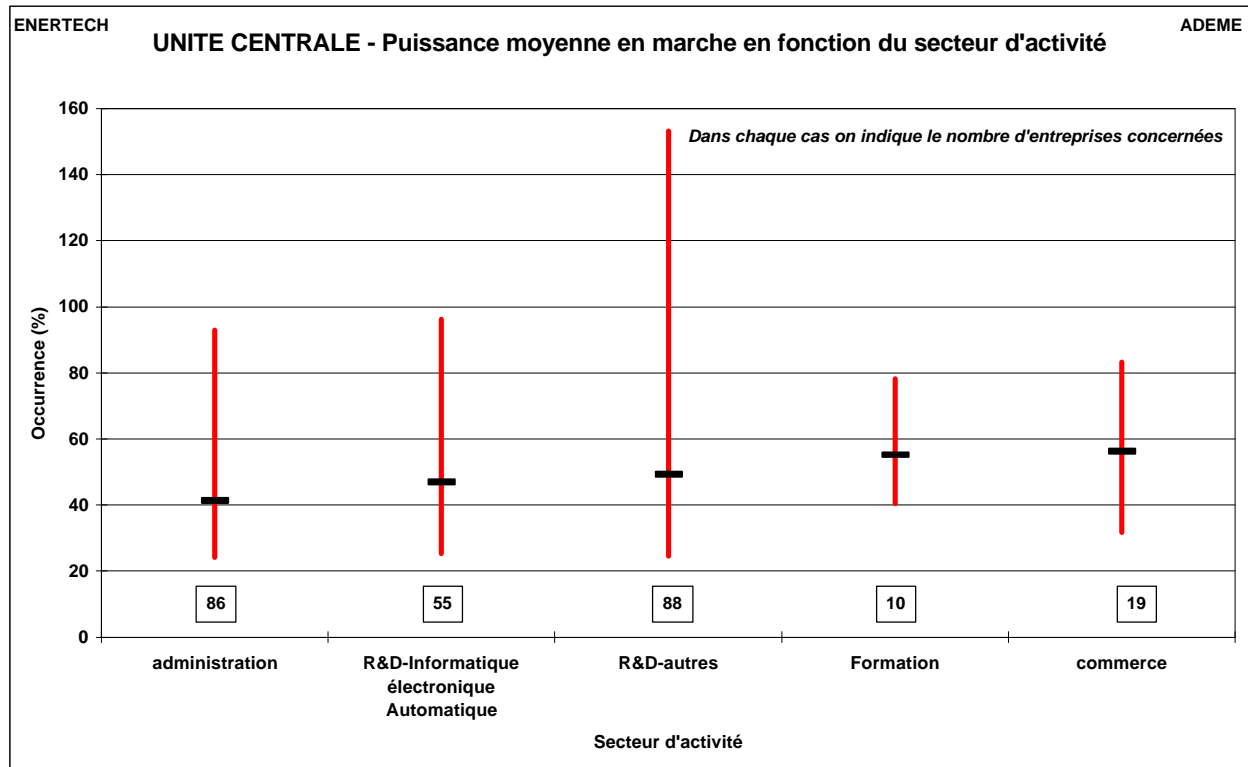


Figure A2.5 : Consommation moyenne d'une unité centrale en marche en fonction du secteur d'activité

Les différences de consommation observées s'expliquent aussi par la qualité des alimentations utilisées. Une étude a été menée en Suisse à ce sujet [20] sur 5 alimentations d'unités centrales (pentium 3 et 4) fabriquées entre 1990 et 2000. Les principaux résultats sont résumés dans le tableau A2.6.

Mode de fonctionnement	Efficacité de l'alimentation	Puissance appelée
Arrêt / Veille	2-35%	1-8W
Marche, processeur fonctionnant à faible capacité	57-78%	35-57W
Marche, processeur fonctionnant à pleine capacité	68-89%	50-80W

Figure A2.6 : Variation de l'efficacité et de la consommation d'un échantillon de 5 alimentations d'unité centrale en fonction du mode de fonctionnement

On voit donc que l'efficacité d'une alimentation varie dans des proportions importantes en fonction de son taux d'utilisation mais aussi pour un même mode d'utilisation d'un modèle à l'autre.

A.2.1.2.2 Etude des variations de puissance appelée en marche

Le graphique de la figure A2.7 représente les variations de puissance de marche qu'on observe pour les unités centrales de l'échantillon. Les variations sont beaucoup plus importantes que celles observées pour les écrans.

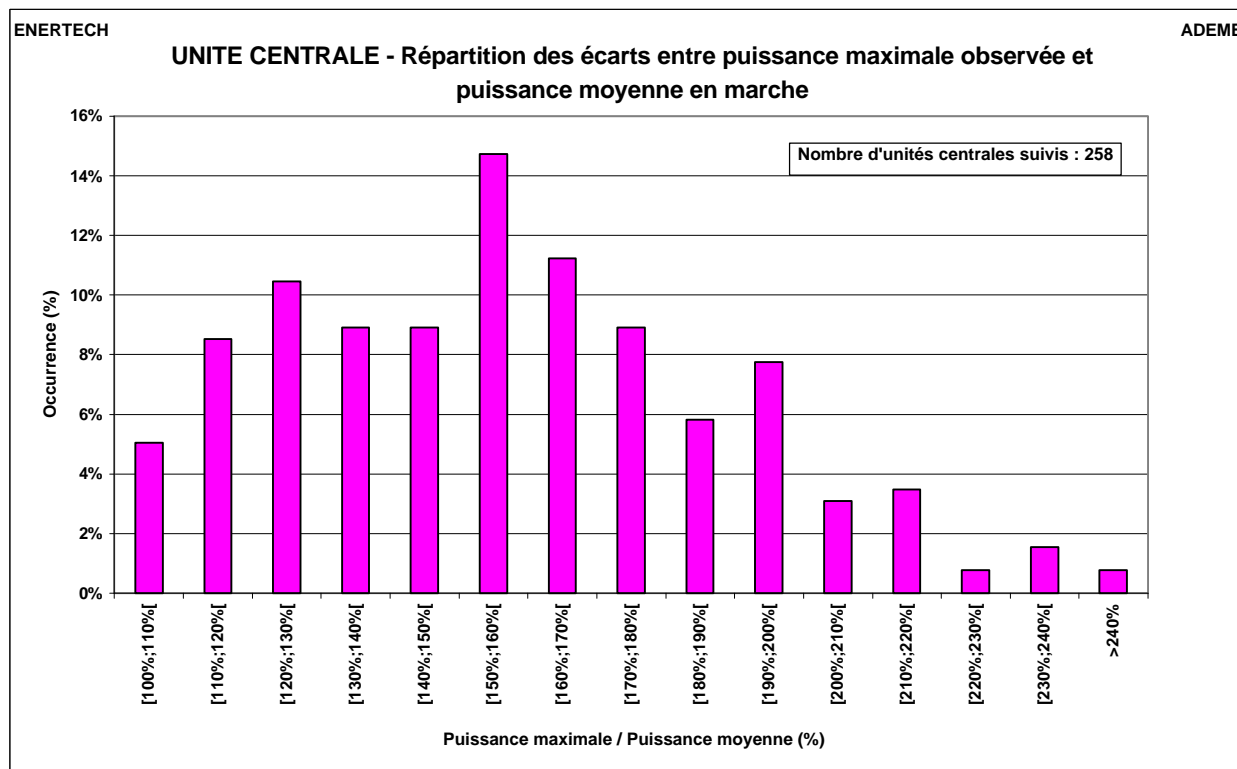


Figure A2.7 : Histogramme du rapport de la puissance maximale à la puissance moyenne en marche pour les unités centrales

La valeur moyenne sur l'ensemble des unités centrales suivies du ratio puissance maximale atteinte sur puissance moyenne ($\Delta_{\max/\text{moy}}$) est égale à 157%, la consommation d'une même unité centrale peut donc être multipliée par près de 1,6 en fonction de l'utilisation qui en est faite. Dans le cas extrême, la consommation maximale est égale à 3 fois la consommation moyenne (figure A2.7). Attention il faut garder en mémoire que nous comparons ici la puissance *moyenne* à la puissance maximale. L'écart entre les puissances minimale et maximale peut, comme c'est le cas sur la figure A2.8, être encore plus élevé (rapport 1 à près de 4).

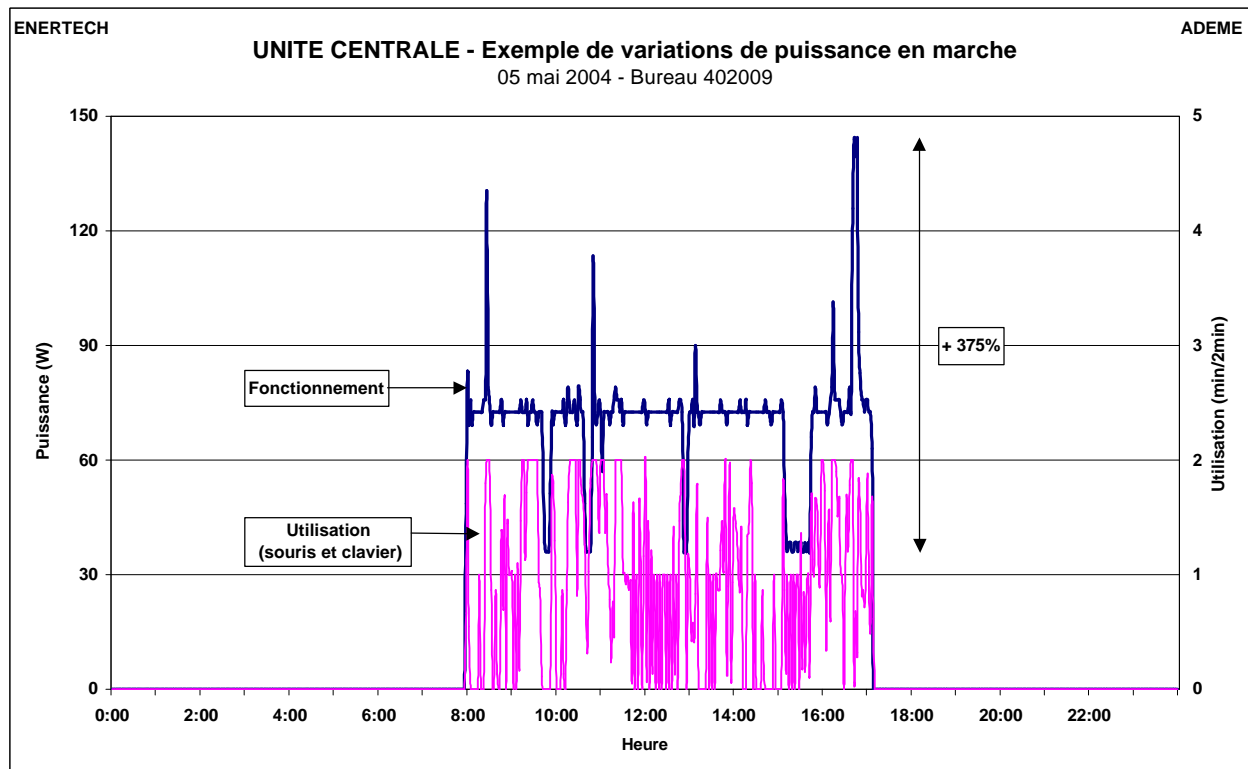


Figure A2.8 : Variations de puissance en marche observées pour une unité centrale

Cette hausse de consommation s'observe notamment, dans certains cas, quand l'économiseur d'écran s'active ou encore que l'écran passe en veille. Rappelons qu'un économiseur d'écran sert à protéger le revêtement chimique du tube cathodique en évitant l'affichage prolongé d'une même image. Il n'engendre pratiquement pas d'économie d'électricité et provoque même dans certains cas une augmentation de la puissance appelée.

La figure A2.9 présente deux cas remarquables :

- Graphique de gauche : cas d'un ordinateur pour lequel l'activation d'un économiseur d'écran provoque une augmentation de la consommation de l'unité centrale.
- Graphique de droite : cas d'un ordinateur où le passage en veille de l'écran provoque une augmentation de la consommation de l'unité centrale supérieure à la réduction de puissance de l'écran. Cet ordinateur consomme donc plus quand son écran est en veille plutôt qu'en marche !

Annexe 2 : Les unités centrales – Etat des lieux

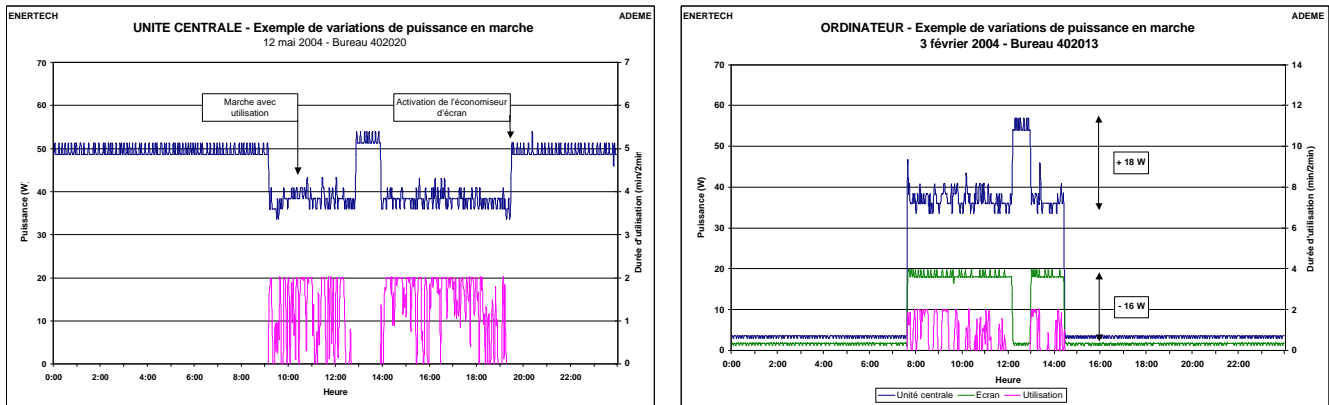


Figure A2.9 : Exemples d’augmentation de la puissance d’unités centrales lors de l’activation du gestionnaire d’énergie ou de l’économiseur d’écran

Si on compare les puissances moyennes atteintes par un ordinateur en marche selon qu’il est utilisé ou non, on observe (graphique de la figure A 2.10) que pour près d’un quart des unités centrales la consommation est supérieure pendant les périodes de non utilisation !

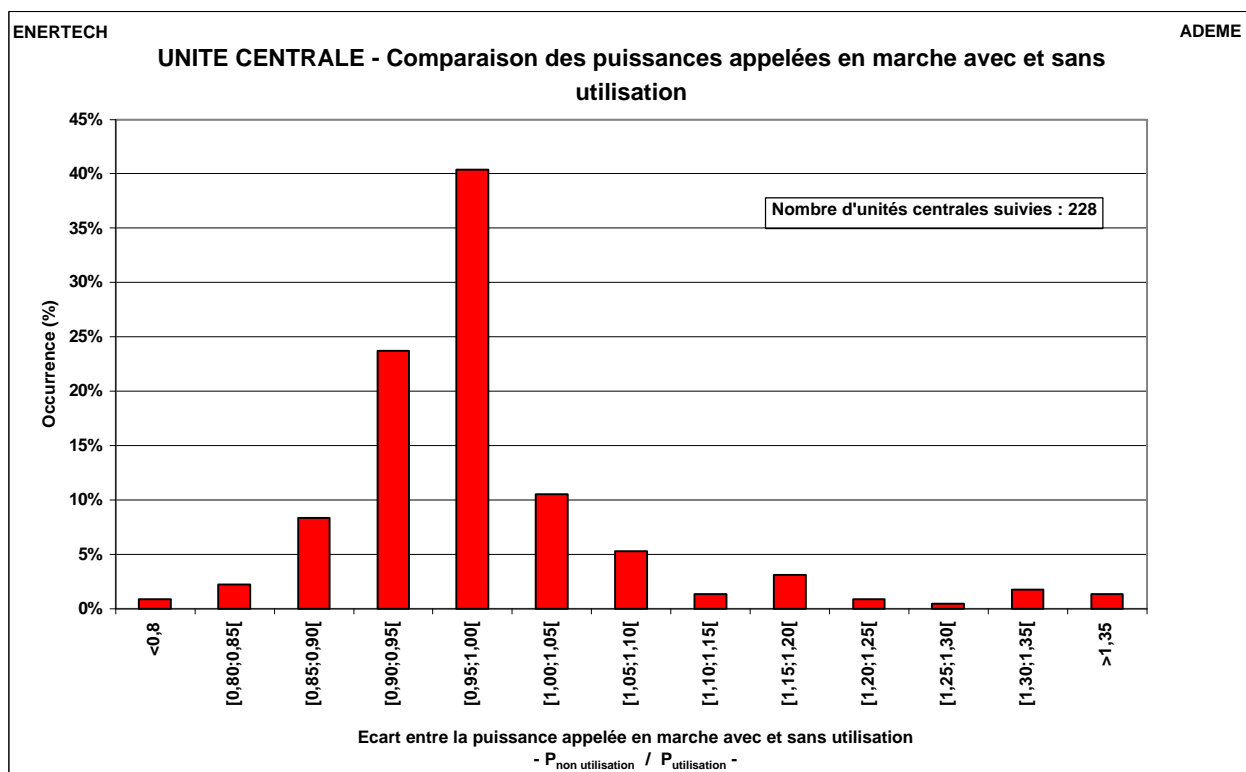


Figure A2.10 : Comparaison de la puissance moyenne appelée par chaque unité centrale en marche, avec et sans utilisation

A.2.2 ANALYSE DES DUREES DE MARCHE

A.2.2.1 Durée de marche

Les unités centrales fonctionnent en moyenne 4004 heures par an (soit 46% du temps totale d'une année), soit 17,8 heures par jour ouvré.

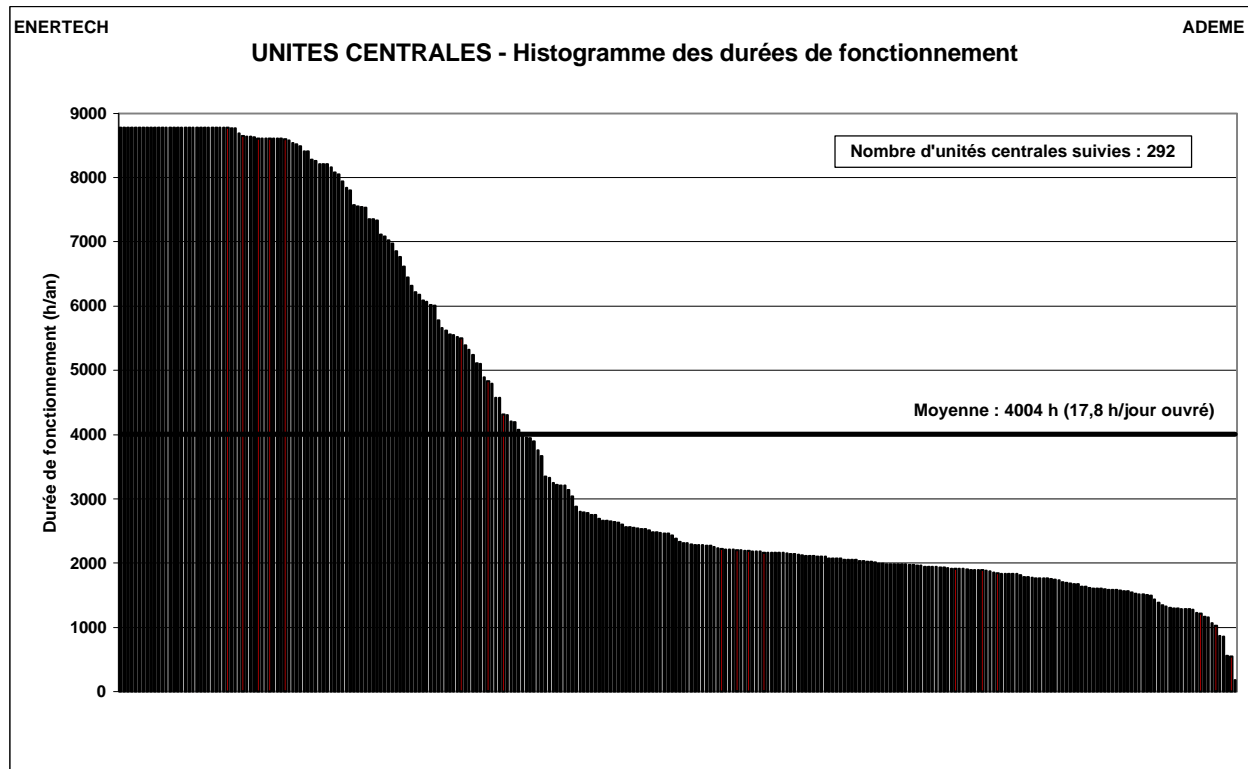


Figure A2.11 : Histogramme des durées de fonctionnement des unités centrales

Elles marchent donc en moyenne 1,6 fois plus longtemps que les écrans. Cela s'explique notamment par le fait que dans près de 20% des établissements instrumentés les responsables informatiques interdisent ou déconseillent l'arrêt des unités centrales alors qu'aucune consigne particulière n'est donnée pour les écrans. Pour de plus amples informations à ce sujet, on se reportera à l'enquête préliminaire [2]. 15% des unités centrales de l'échantillon ne sont jamais arrêtées et 90% fonctionnent plus que la durée du temps de travail.

De plus, les temps de fonctionnement sont globalement supérieurs à ceux observés pour les écrans. Ainsi 54% des unités centrales fonctionnent plus de 10 heures par jour ouvré contre seulement 28% des écrans. Cette différence est due à l'utilisation du gestionnaire d'énergie sur près de la moitié des écrans alors qu'on a vu qu'il n'était activé que sur une unité centrale de l'échantillon.

On remarque, sur le graphique A2.12, au niveau du point de coordonnées [40%, 8 heures par jour] un changement de pente. La partie de la courbe située à droite de ce point correspond aux unités centrales qui fonctionnent en journée (plus ou moins longtemps) et à gauche on

trouve les unités centrales qui fonctionnent la nuit, voire le week-ends, voire même toute l'année.

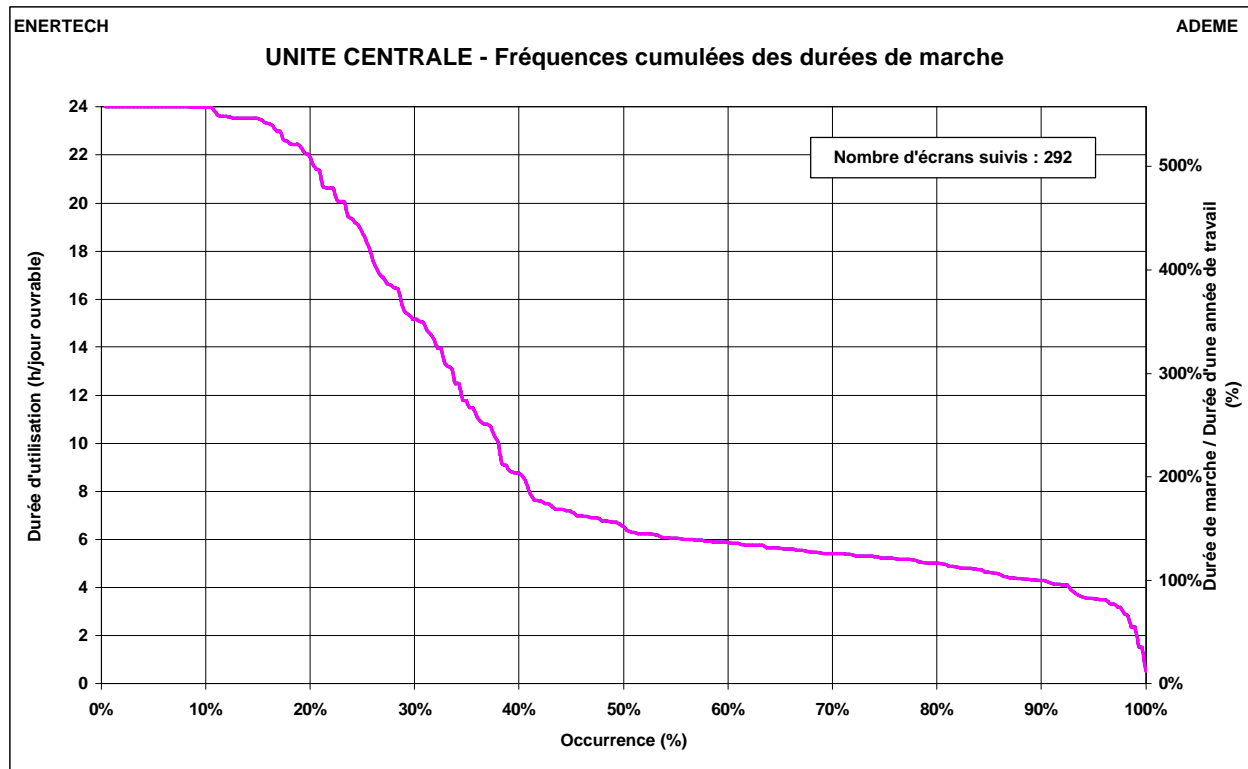


Figure A2.12 : Fréquences cumulées des durées de marche des unités centrales (en heures/jour ouvrable)

A.2.3 ANALYSE DES CONSOMMATIONS

A.2.3.1 Consommation moyenne

L'histogramme des consommations annuelles des unités centrales est donné sur la figure A2.13. Ces consommations varient dans un rapport 1 à 45, soit dans des proportions bien inférieures à celles des écrans (1 à 80). Cependant, on remarque que les 10 unités centrales les plus consommatrices consomment autant que les 100 moins consommatrices. Ces différences de consommation proviennent à la fois des variations des durées du temps de marche, et par là du comportement de l'utilisateur, et des puissances appelées par les machines.

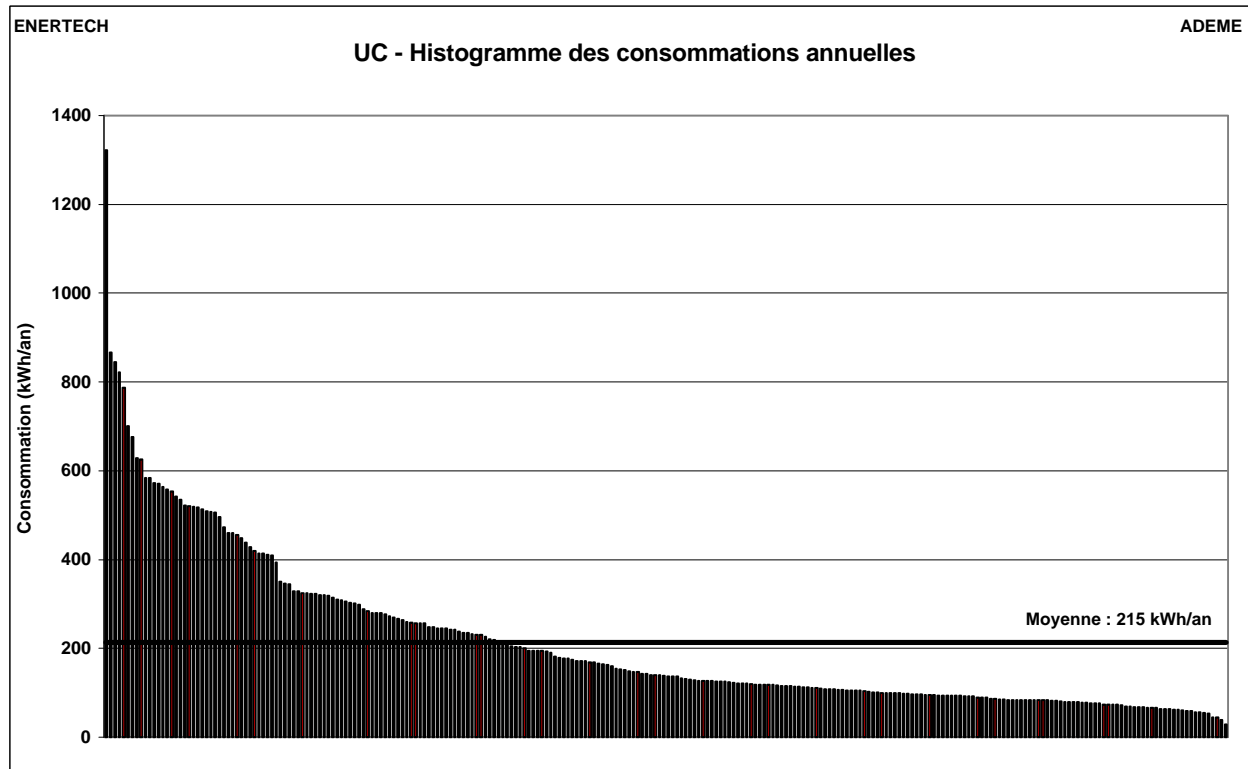


Figure A2.13 : Histogramme des consommations annuelles des unités centrales

A.2.3.2 Répartition de la consommation entre les différents états de fonctionnement

Comme le montre le graphique A2.14, la part prise par la marche avec utilisation, avec 16% du total, est encore plus faible pour une unité centrale que pour un écran et celle en marche sans utilisation est elle supérieure, avec 77% ce qui s'explique par l'absence d'activation du gestionnaire d'énergie sur les unités centrales. Ainsi leur arrêt est uniquement lié à l'utilisateur, il n'y a aucun processus automatique. L'unité centrale reste donc plus souvent en marche. Les 7% restant correspondent à un état d'arrêt et pourraient donc facilement être économisés si on équipait les postes de barrettes multiprises qui permettraient à l'utilisateur de couper complètement l'alimentation électrique de sa machine au moment de son arrêt. On a observé ce système sur deux ou trois postes de l'échantillon et les usagers ne trouvaient pas ce système contraignant (même s'ils ne l'utilisaient pas systématiquement).

Annexe 2 : Les unités centrales – Etat des lieux

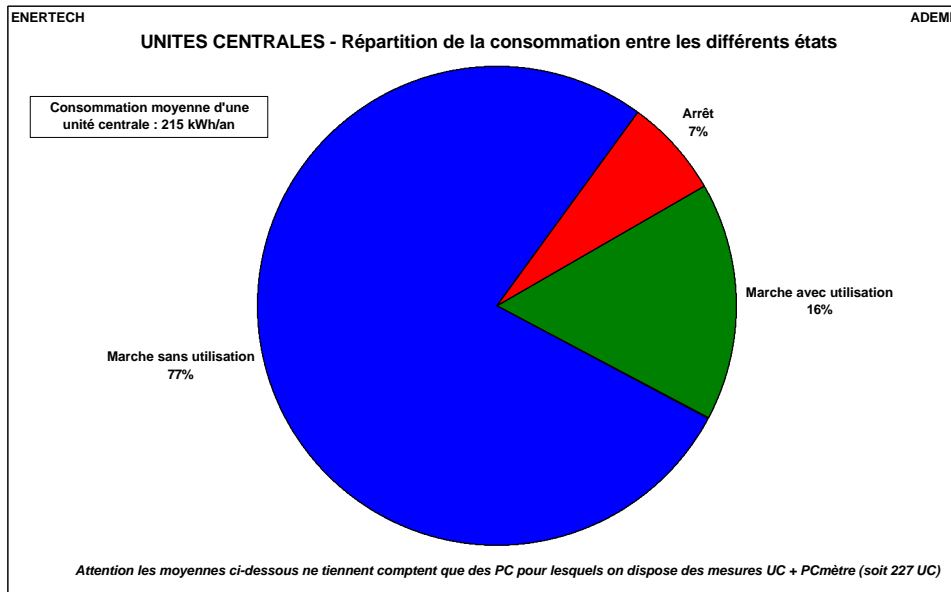


Figure A2.14 : Répartition de la consommation d'une unité centrale entre les différents modes de fonctionnement

A.2.4 ANALYSE DES COUTS

Le coût associé au fonctionnement d'une unité centrale varie dans un rapport 1 à 14 en fonction de l'entreprise. Cela est tout à fait normal étant donné les variations de consommation observées.

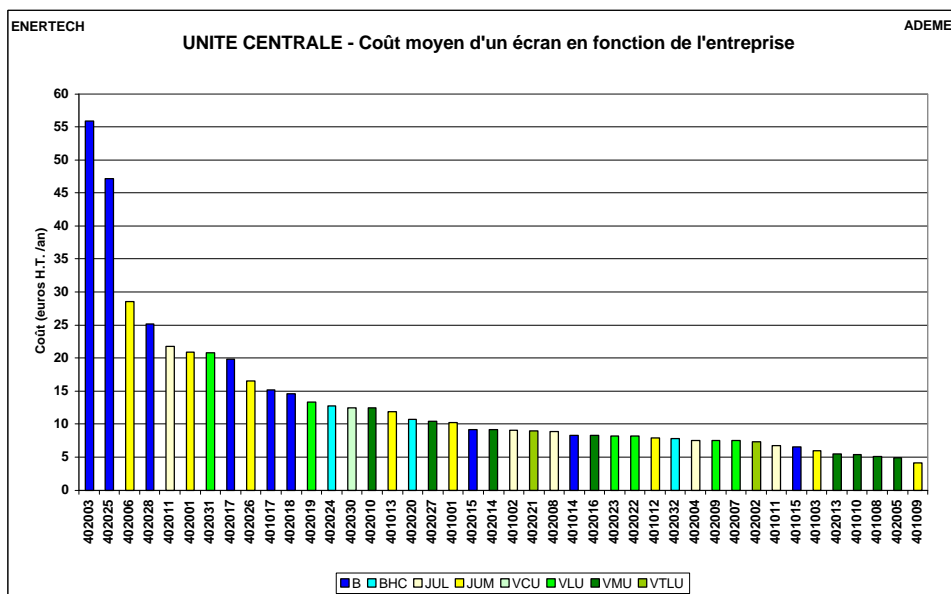


Figure A2.15 : Coût moyen d'une unité centrale en fonction de l'entreprise

ANNEXE 3 : LES ORDINATEURS – ETAT DES LIEUX

Rappel : ce que nous appelons un « ordinateur » regroupe une unité centrale et un écran.

A.3.1 ANALYSE DES PUISSANCES

A.3.1.1 Puissance appelée à l'arrêt

Le graphique de la figure A3.1 montre la répartition des puissances appelées à l'arrêt par l'ensemble des ordinateurs de l'échantillon. Les deux tiers de ces puissances sont comprises entre 2 et 6 W et la valeur moyenne est égale à 5,2W.

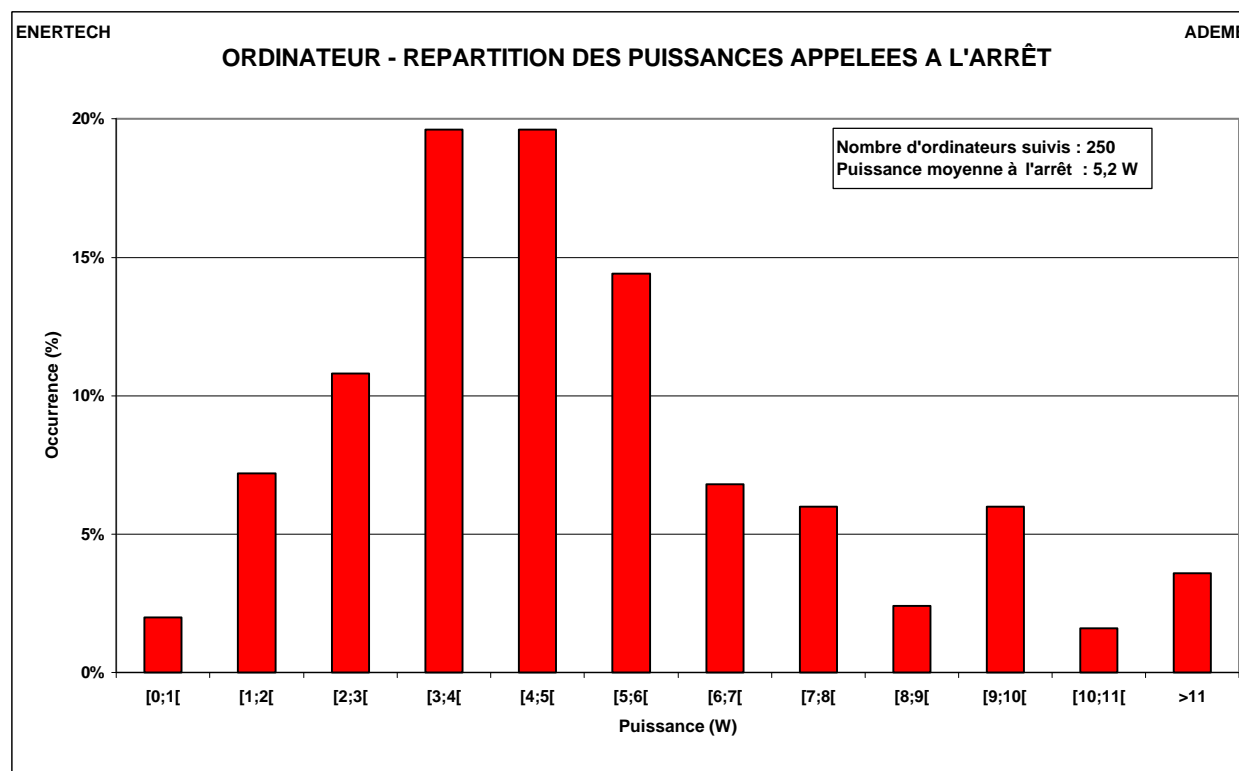


Figure A3.1 : Répartition des puissances appelées à l'arrêt par les ordinateurs

A.3.1.2 Puissance appelée en marche

Sur le graphique de la figure à A3.2, on compare les puissances appelées en marche pour les différentes configurations d'ordinateur en considérant les valeurs moyennes par équipement (valeur moyenne pour les unités centrales et les différents types d'écran) -figure de gauche- d'une part, et par ordinateur -figure de droite- d'autre part. Ainsi, on voit, sur la figure de droite, que sur notre échantillon un ordinateur équipé d'un écran plat 17" appelle une puissance supérieure à un modèle muni d'un moniteur cathodique 15". La puissance

Annexe 3 : Les ordinateurs – Etat des lieux

appelée par ce type d'ordinateur est pratiquement identique à celle des ordinateurs munis d'écrans cathodiques 17". Cela s'explique probablement par le fait que ce type de moniteur est souvent utilisé pour des tâches spécifiques (dessin, infographie...) qui nécessitent des unités centrales plus puissantes, donc plus consommatrices. Ce phénomène se vérifie aussi avec les écrans cathodiques de grandes dimensions (l'unité centrale moyenne associée à un écran cathodique 21" consomme près d'un quart de plus que celle associée à un écran cathodique 17").

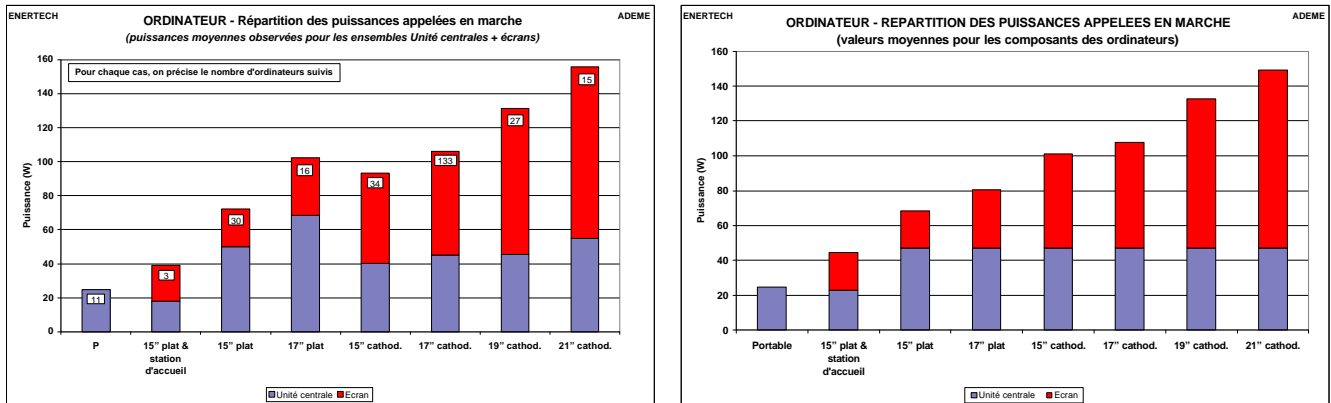


Figure A3.2 : Puissances moyennes appelées en marche pour les différentes configurations d'ordinateur par équipement (gauche) ou par ordinateur (droite)

Il semble aussi que les unités centrales récentes consomment plus que les modèles plus anciens. Ainsi les unités centrales les moins consommatrices (40W) sont celles associées aux écrans cathodiques 15" (écrans les plus anciens qui tendent à disparaître) et les plus consommatrices sont celles des postes munis d'écrans plats (respectivement 50 et 68W pour les écrans plats 15" et 17"). Cependant, cette conclusion devra être vérifiée car il n'est pas évident que l'unité centrale et l'écran soient systématiquement changés simultanément.

On voit sur le graphique A3.3 que la répartition de la puissance appelée en marche par un ordinateur est en train de changer du fait du choix de plus en plus fréquent d'écrans plats. Ainsi pour les postes munis d'écrans cathodiques, la consommation du moniteur représente entre 57% et 65% de la consommation globale, alors qu'avec un écran plat, du fait de la réduction de la puissance appelée par l'écran et de l'augmentation de celle de l'unité centrale, cette part n'est plus que d'environ 30%. La consommation de l'unité centrale devient donc essentielle.

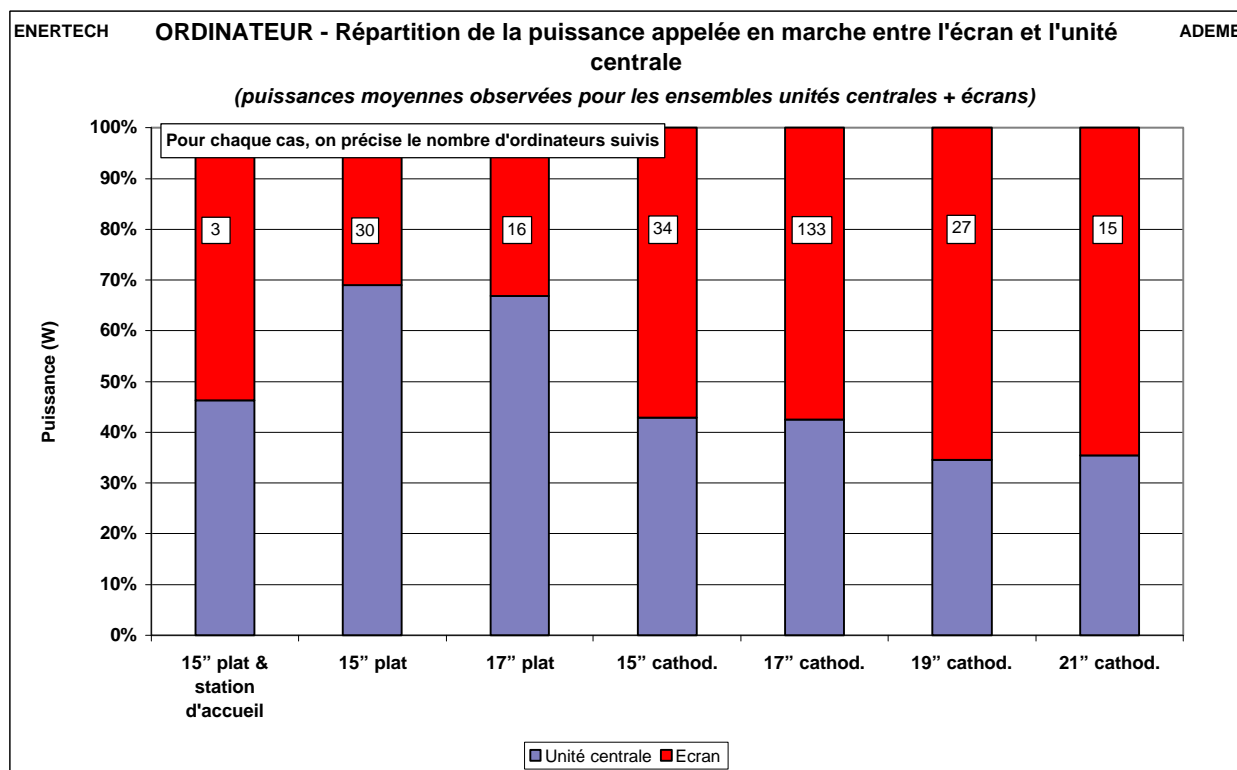


Figure A3.3 : Parts de l'écran et de l'unité centrale dans la puissance appelée en marche pour les différentes configurations d'ordinateur

A.3.2 ANALYSE DES CONSOMMATIONS

A.3.2.1 Consommation moyenne

La consommation moyenne d'un ordinateur est, comme on l'observe sur le graphique de la figure A3.4, de 361 kWh/an. L'ordinateur le plus consommateur est, de façon surprenante, muni d'un écran plat 17". 80% de sa consommation doivent être imputés à son unité centrale qui est un modèle de forte puissance qui fonctionne en permanence. A l'autre extrémité on trouve les ordinateurs portables. Si on ne prend en compte que les ordinateurs composés d'une unité centrale (poste fixe) et d'un écran, la valeur moyenne est égale à 377 kWh/an.

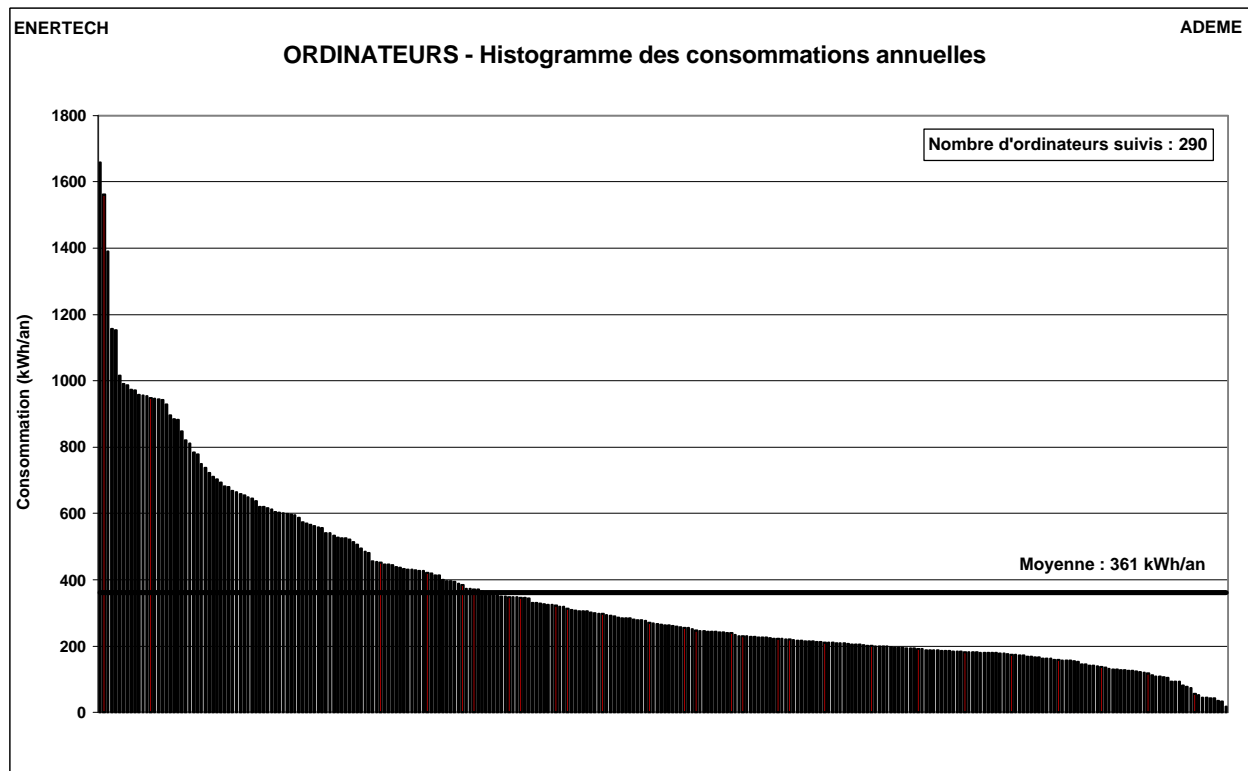


Figure A3.4 : Histogramme des consommations annuelles des ordinateurs

On remarque immédiatement sur le graphique de la figure A3.5 qu'en moyenne le type d'ordinateur qui consomme le plus est muni d'un écran plat 17" (à égalité avec celui équipé d'un écran cathodique 21"). Cependant, cela est dû au fait que son unité centrale consomme plus deux fois plus que celle de toutes les autres configurations. Un ordinateur muni d'un écran cathodique 17" consomme 1,5 fois plus qu'un modèle équipé d'un écran plat 15", 2,2 fois plus qu'une station d'accueil et un écran plat 15" et 7 fois plus qu'un ordinateur portable. La consommation des unités centrales augmente avec la taille des écrans, phénomène que nous avons déjà observé pour les puissances et qui donc se justifie.

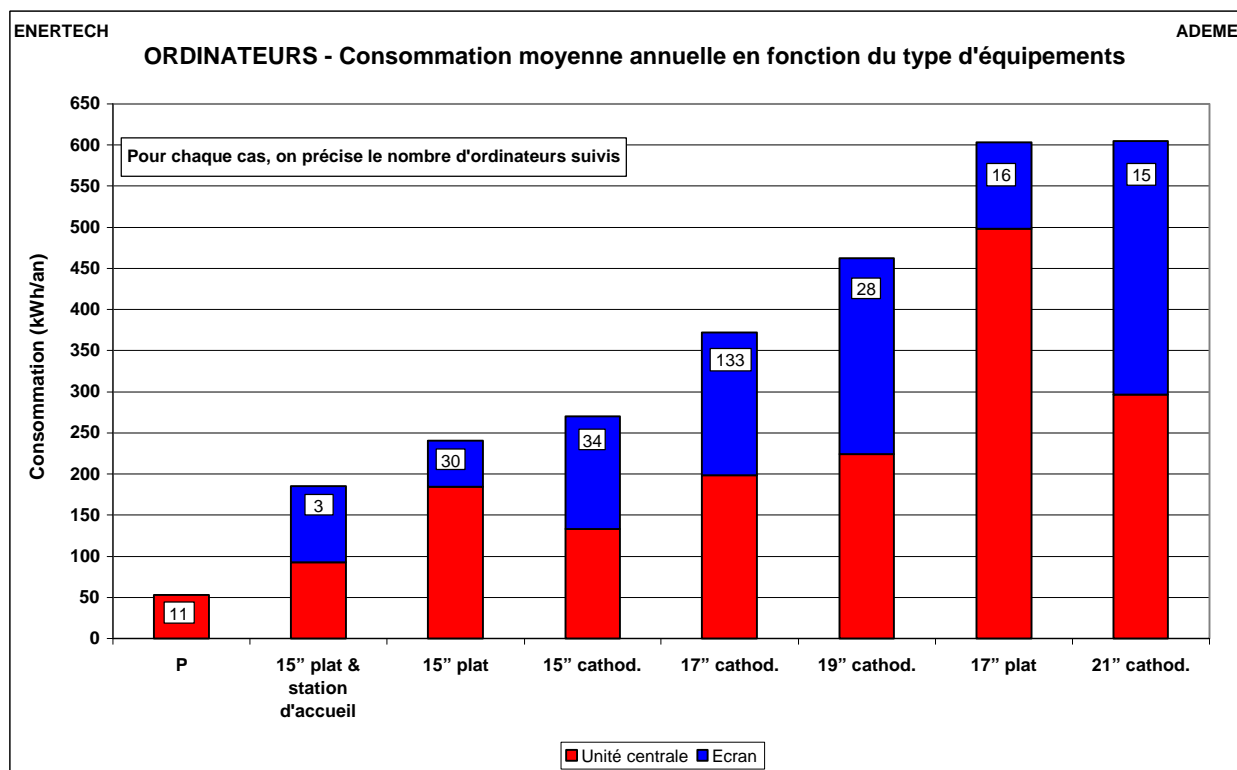


Figure A3.5 : Consommation annuelle moyenne des ordinateurs en fonction du type d'équipements

La répartition des consommations entre unité centrale et écran est donnée sur la figure A3.6. On voit que dans le cas d'écrans cathodiques, l'écran et l'unité centrale consomment pratiquement la même quantité d'énergie. Les puissances appelées en marche par les écrans sont pourtant supérieures d'environ 10% à celles des unités centrales mais dans le même temps les unités centrales fonctionnent davantage. Dans le cas des écrans plats, la consommation de l'écran ne représente plus qu'environ un quart (voire même moins de 20% dans le cas d'un écran plat 17") du total. Alors que la consommation des écrans semble avoir tendance à baisser grâce à la vulgarisation de la technologie LCD (écran plat) et à l'activation quasi systématique du gestionnaire d'énergie, l'importance prise par la consommation de l'unité centrale est inquiétante. En effet, actuellement aucune mesure susceptible de la réduire n'est mise en œuvre. Le gestionnaire d'énergie n'est pratiquement jamais activé et la puissance appelée en marche paraît augmenter.

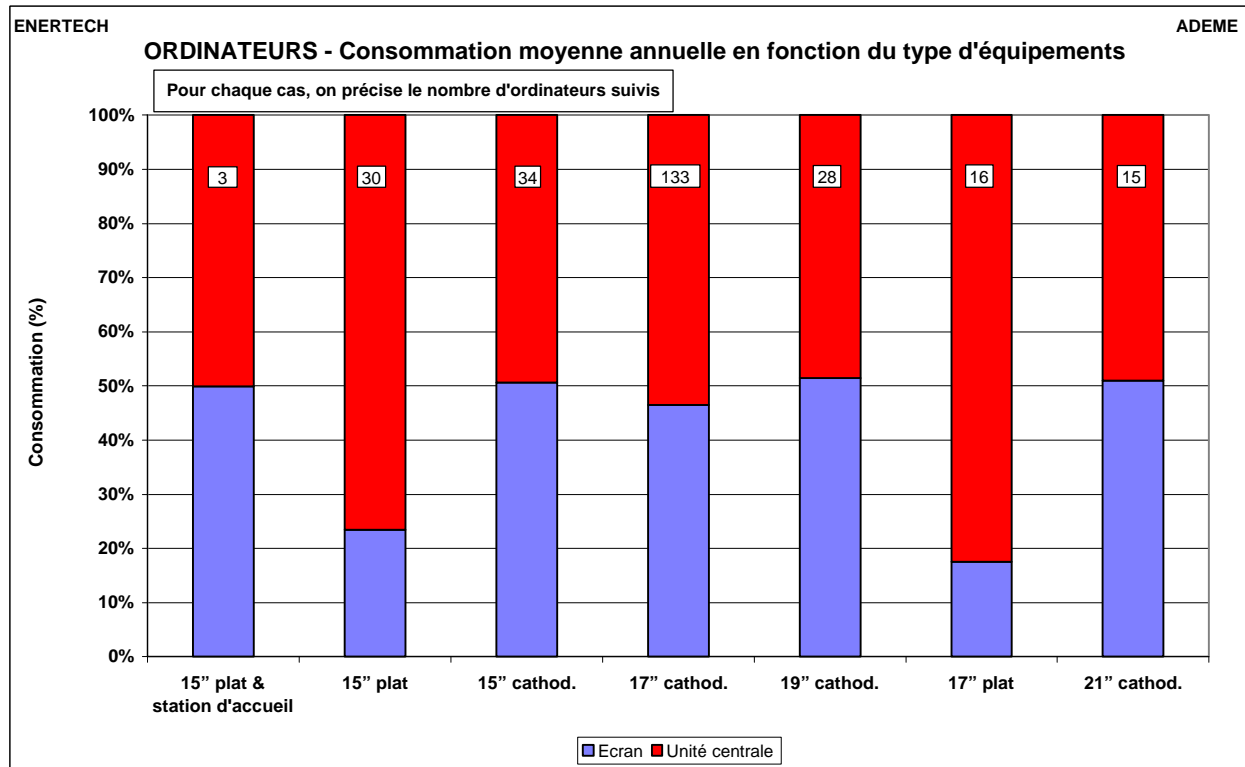


Figure A3.6 : Parts de l'écran et de l'unité centrale dans la consommation annuelle pour les différentes configurations d'ordinateur

A.3.2.2 Répartition de la consommation entre les différents états de fonctionnement

Près des trois quarts de la consommation d'un ordinateur correspond à un état de marche sans utilisation et 7% à un état de veille ou de marche. Ainsi seul 20% de la consommation totale est liée à une utilisation de la machine.

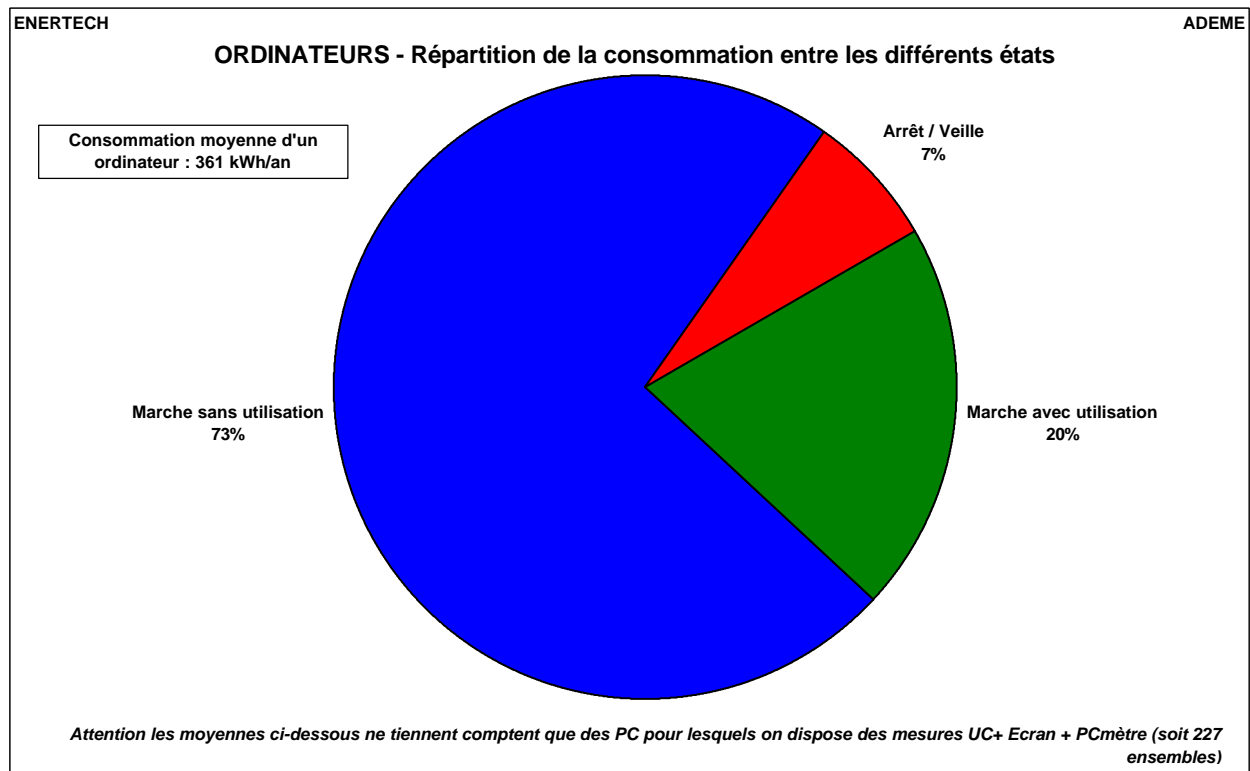


Figure A3.7 : Répartition de la consommation d'un ordinateur entre les différents modes de fonctionnement

A.3.2.3 Consommation par entreprise

Le graphique de la figure A3.8 donne la consommation moyenne d'un ordinateur pour chaque entreprise de l'échantillon. Les entreprises présentant les plus fortes consommations moyennes sont celles dans lesquelles les unités centrales fonctionnent en permanence. Quant aux plus faibles consommatrices, tous leurs ordinateurs sont équipés d'écrans plats et ils sont systématiquement arrêtés en dehors des heures de travail. Même si on comprend que l'utilisation d'un ordinateur n'est pas la même dans toutes les entreprises, ce seul fait n'explique par le rapport 1 à 8 observé entre les deux extrêmes. De plus, si on se réfère au graphique de la figure A3.9, on s'aperçoit que ce ne sont pas les secteurs que l'on pouvait imaginer qui sont les plus consommateurs.

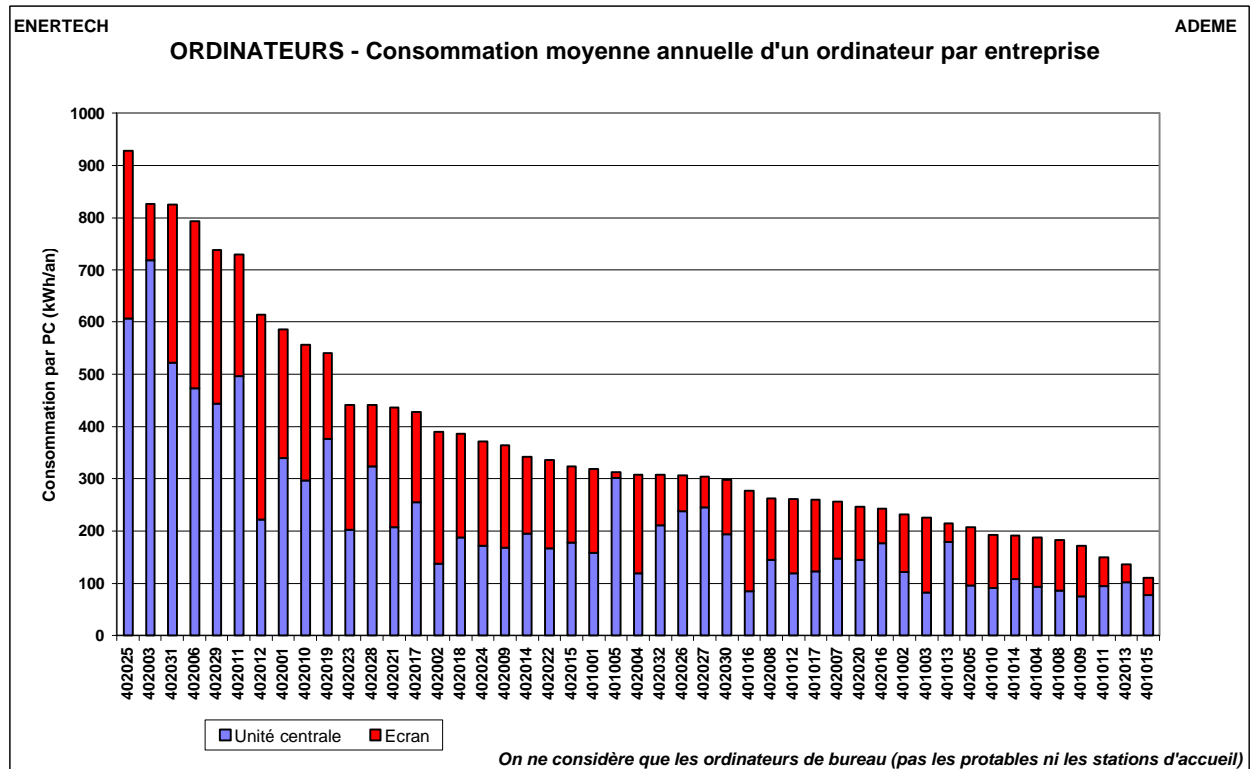


Figure A3.8 : Consommation moyenne des ordinateurs par entreprise

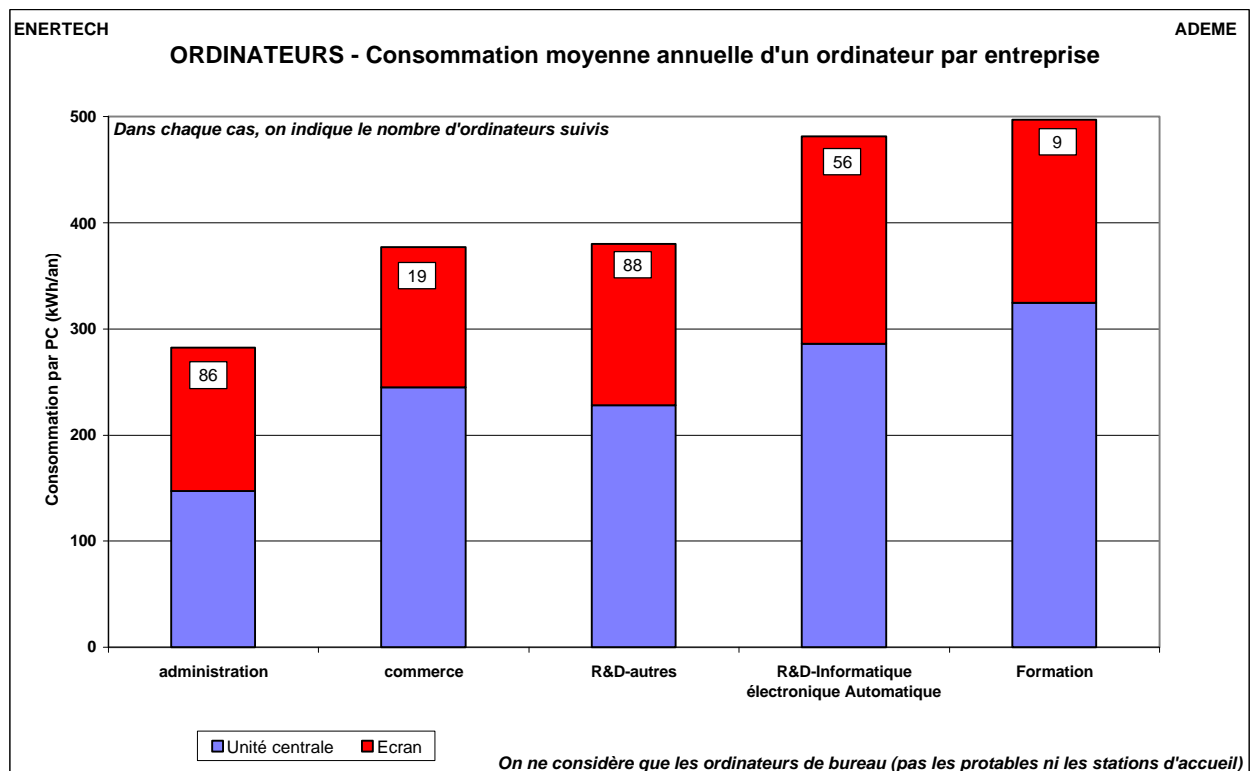


Figure A3.9 : Consommation moyenne des ordinateurs par secteur d'activité

ANNEXE 4 : LES APPAREILS DE BUREAUTIQUE – ETAT DES LIEUX

Lors de cette étude nous avons suivi plus de 300 appareils de bureautique et autres équipements électriques que l'on trouve dans les bureaux. Nous nous sommes intéressés à des équipements qui ont déjà été étudiés dans d'autres campagnes de mesures mais aussi à des appareils dont la diffusion est récente et qui n'ont, à notre connaissance, jamais fait l'objet de campagnes de mesures.

A.4.1 LES DESTRUCTEURS DE DOCUMENT

Nous avons suivi deux destructeurs de documents. L'appareil du bureau 402026 appelle en permanence une faible puissance (de l'ordre de 0,5W). Il est beaucoup plus utilisé que celui que l'on trouve dans le bureau 402021, ce qui explique l'écart de consommation. Quoi qu'il en soit, les destructeurs de documents sont peu courants dans les bureaux et il s'agit de l'équipement qui a la plus faible consommation de tous ceux que nous avons suivis au cours de cette campagne de mesures. Le coût associé est aussi négligeable de l'ordre de 1 euro H.T./an.

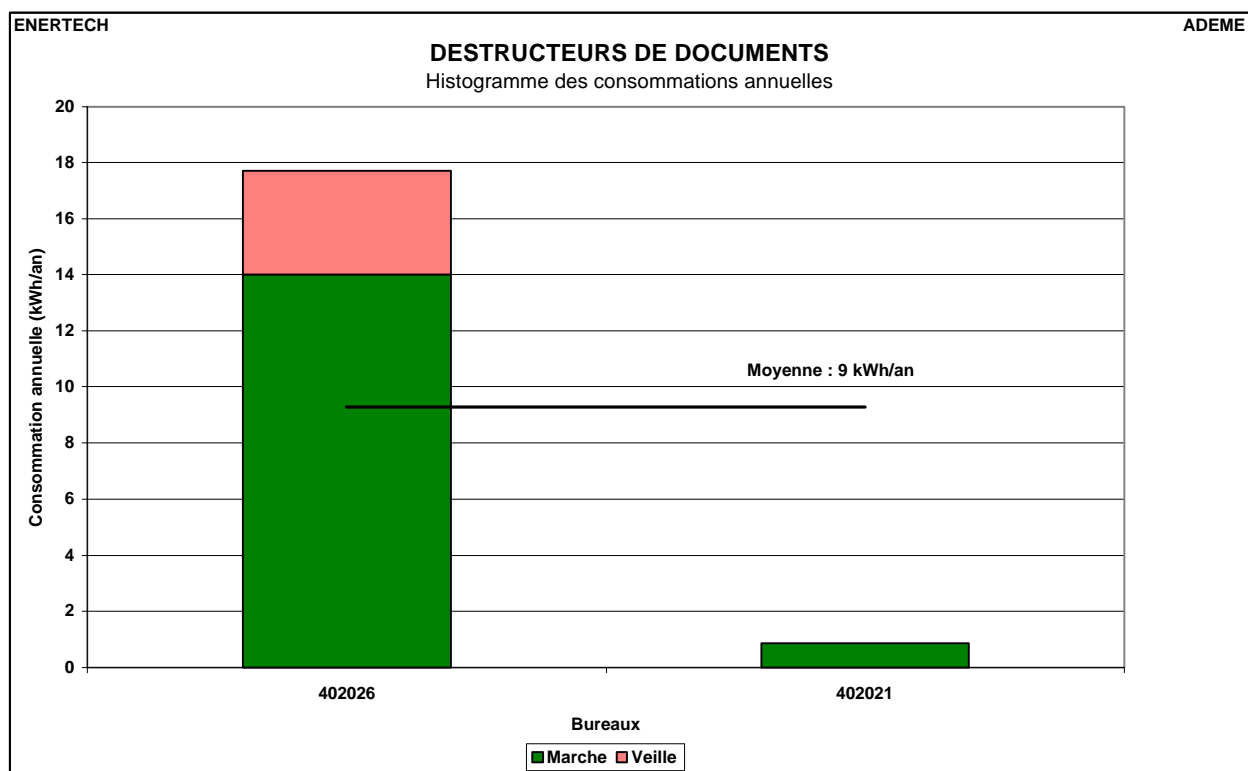


Figure A4.1 : Histogramme des consommations annuelles des destructeurs de documents

A.4.2 LES HAUT-PARLEURS

Nous avons suivi 3 ensembles de haut-parleurs. La consommation moyenne de ces appareils est égale à 17 kWh/an. Dans deux cas, les haut-parleurs sont restés en marche une partie de la période de mesure, cela ne veut pas dire qu'ils ont été utilisés mais seulement qu'ils sont alimentés. Dans ce cas ils consomment 2,9 à 3,6W. En veille, c'est à dire quand ils sont branchés mais le bouton marche/arrêt est en position arrêt, leur consommation est comprise, selon les modèles entre 1,4 et 1,9W. Le coût associé aux haut-parleurs est faible, de l'ordre de 1 euro H.T./an.

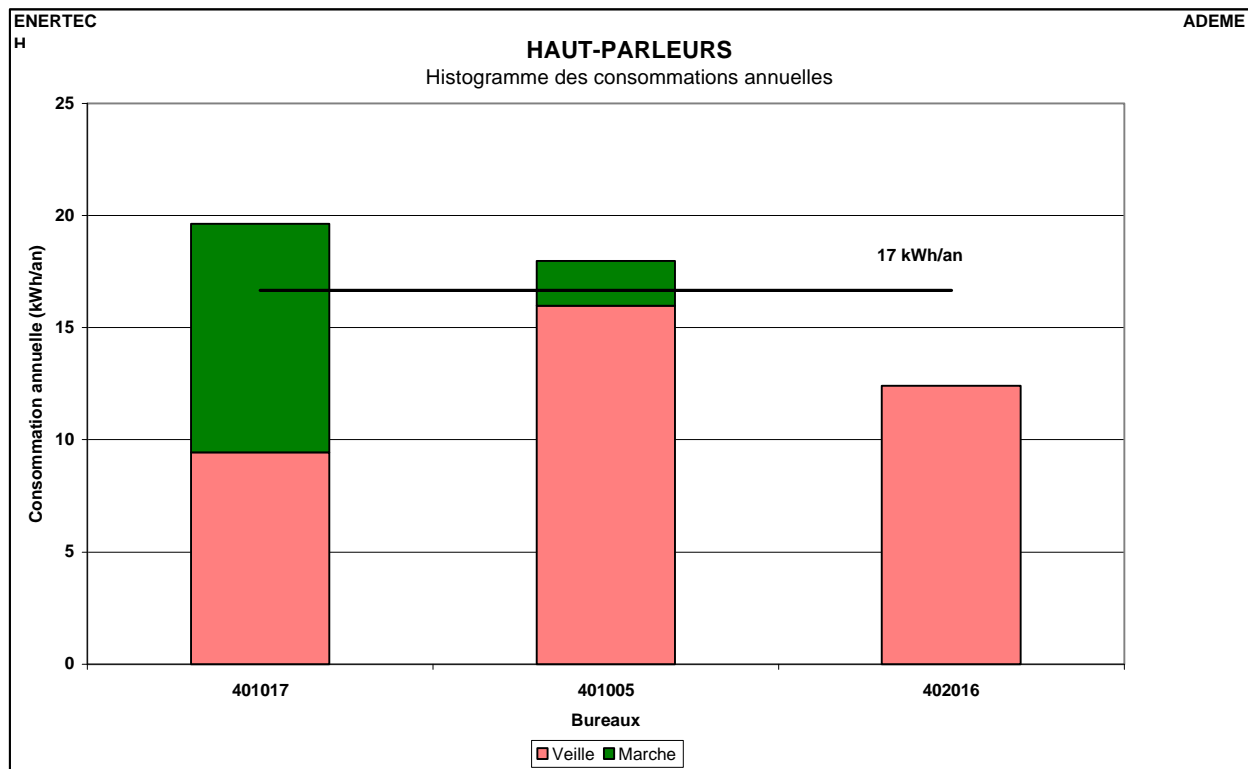


Figure A4.2 : Histogramme des consommations annuelles des haut-parleurs

A.4.3 LES TRACEURS

Notre échantillon comprend 6 traceurs. La consommation moyenne d'un traceur est égale à 50 kWh/an. Les traceurs couleur consomment près de 6 fois plus que les modèles noir et blanc (85 contre 15 kWh/an).

Les puissances appelées par les traceurs couleur et noir et blanc ne sont pas très différentes mais le mode d'utilisation change. Les traceurs noir et blanc sont presque systématiquement débranchés entre deux utilisations (pas de consommation de veille) alors que les traceurs couleur sont bien arrêtés la nuit mais sont mis en route le matin et restent toute la journée en attente, mode dans lequel ils appellent entre 32 et 36W.

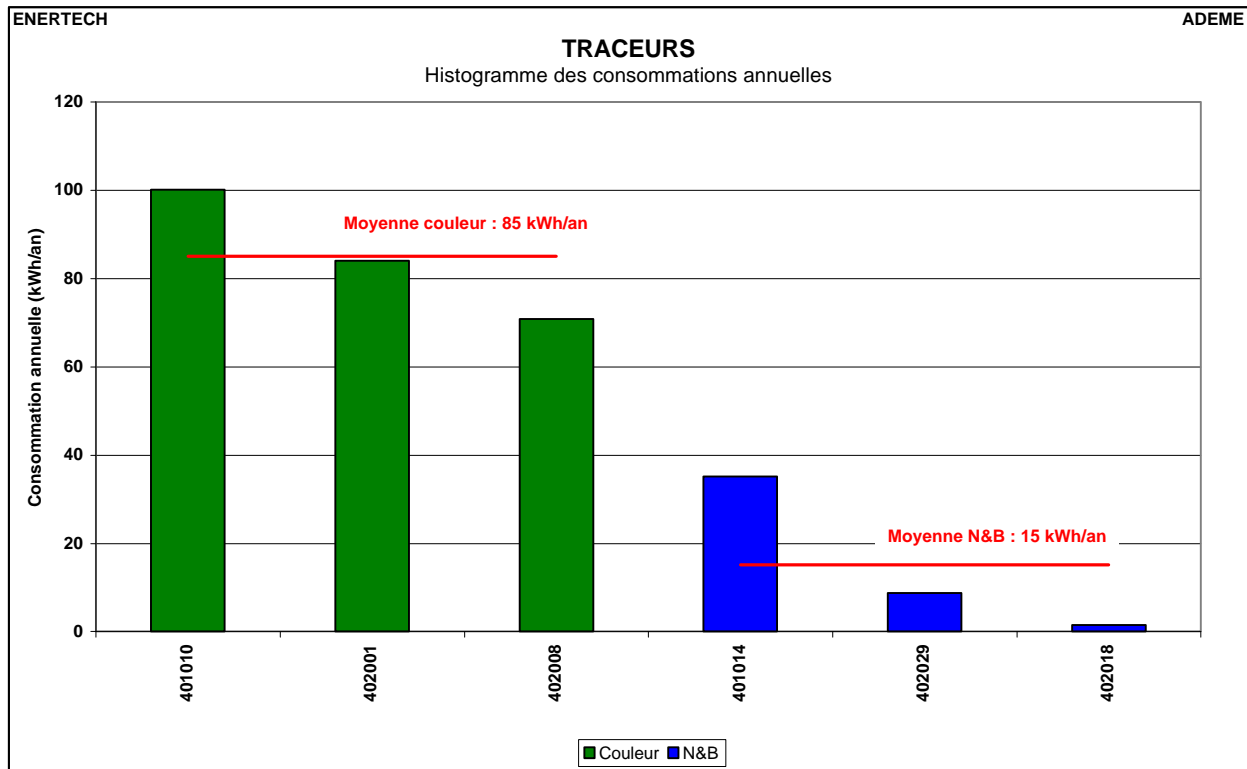


Figure A4.3 : Histogramme des consommations annuelles des traceurs

A.4.4 LES TELEPHONES DE CONFERENCE

Les téléphones de conférence sont utilisés lorsque plusieurs personnes dans une même pièce participent à une réunion téléphonique. On les trouve principalement dans les grandes entreprises.



Figure A4.4 : Photographie d'un téléphone de conférence

Nous avons suivi un de ces équipements. Sa consommation annuelle est égale à 56 kWh/an, soit environ 2 euros H.T./an. L'appareil est resté branché pendant toute la période de mesures, la puissance appelée dans cet état est 6W. Quand le téléphone est utilisé, il consomme 10W. La durée moyenne annuelle d'utilisation est de 88 heures. On voit que si l'appareil avait été débranché en dehors des heures d'utilisation, il aurait consommé moins de 1kWh dans l'année soit 60 fois moins.

A.4.5 LES BALANCES

Nous avons suivi une balance postale. Sa consommation est de 71 kWh/an ce qui correspond à 6 euros H.T./an. Comme pour le téléphone de conférence l'essentiel de la consommation correspond à un état de veille. La puissance appelée est alors de 8 W.

A.4.6 LES SCANNERS

Sur les 19 scanners suivis, 2 consomment plus de 4 fois plus que les autres. La consommation moyenne sur l'échantillon vaut 95 kWh/an mais si on ne tient pas compte des 2 plus consommateurs, elle n'est plus que de 48 kWh/an, ce qui correspond à environ 4 euros H.T./an.

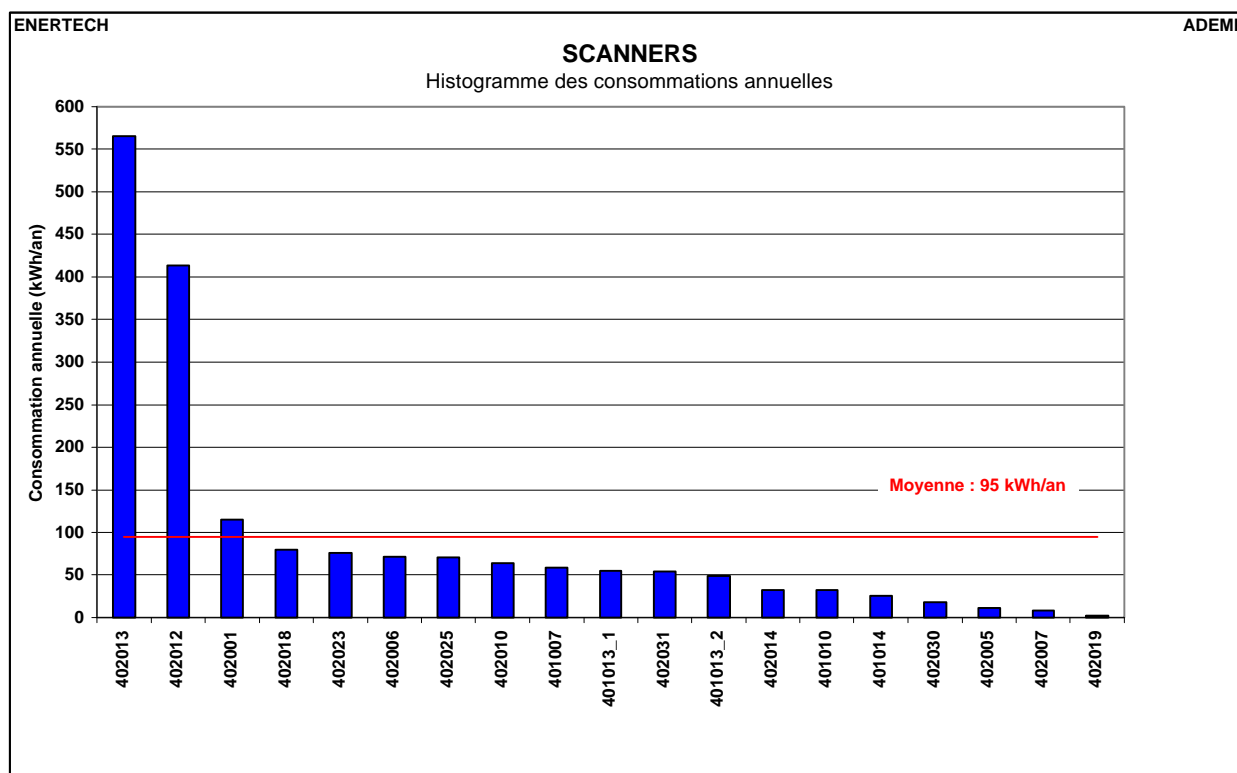


Figure A4.5 : Histogramme des consommations annuelles des traceurs

Les deux appareils très consommateurs sont continuellement en attente et ils appellent dans ce mode une puissance comprise entre 44 et 64W. Les puissances appelées en marche sont supérieures à 100W. Il s'agit de machines conçues pour des usages intensifs, beaucoup plus performantes (rapidité, qualité du rendu) que les scanners standards.

Les autres scanners de l'échantillon ont des puissances en veille comprises entre 0,5 et 17W (valeur moyenne : 7,4W). A peine un quart est arrêté (consommation nulle) en période de non utilisation, les autres possèdent une veille permanente.

On a aussi suivi un appareil très peu courant : un scanner-email-fax. La consommation de ce dernier s'élève à 907 kWh/an, soit plus de 1,5 fois la consommation du plus mauvais scanner. Les puissances appelées en veille et en marche sont respectivement de 94 et 190 W !

A.4.7 LES FAX

La consommation annuelle des fax de l'échantillon (43 appareils) varie dans un rapport 1 à 142 et la valeur moyenne est égale à 147 kWh/an. Si on ne tient pas en compte des deux modèles les plus consommateurs, cette moyenne passe à 102 kWh/an.

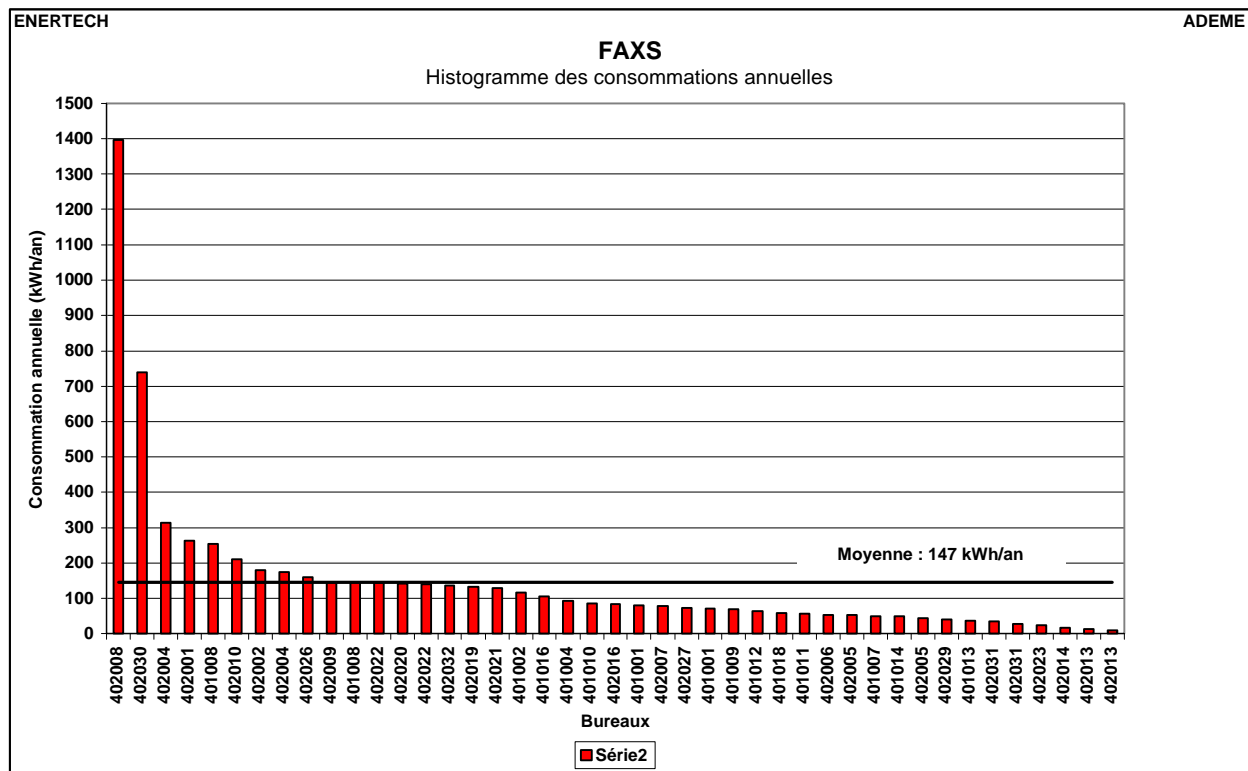


Figure A4.6 : Histogramme des consommations annuelles des fax

Comme l'illustre la figure A4.7, les fax les plus consommateurs sont ceux qui ont les puissances en veille les plus importantes. En effet, cet appareil est la majeure partie de son temps dans cet état. On remarque que le modèle le plus consommateur se met en chauffe à intervalle de temps régulier (20 minutes toutes les deux heures). A titre d'information, la consommation de ce fax représente plus de 1% de la consommation totale d'électricité de cet espace de bureaux de 1400 m² et 38 salariés !

Annexe 4 : Les appareils de bureautique – Etat des lieux

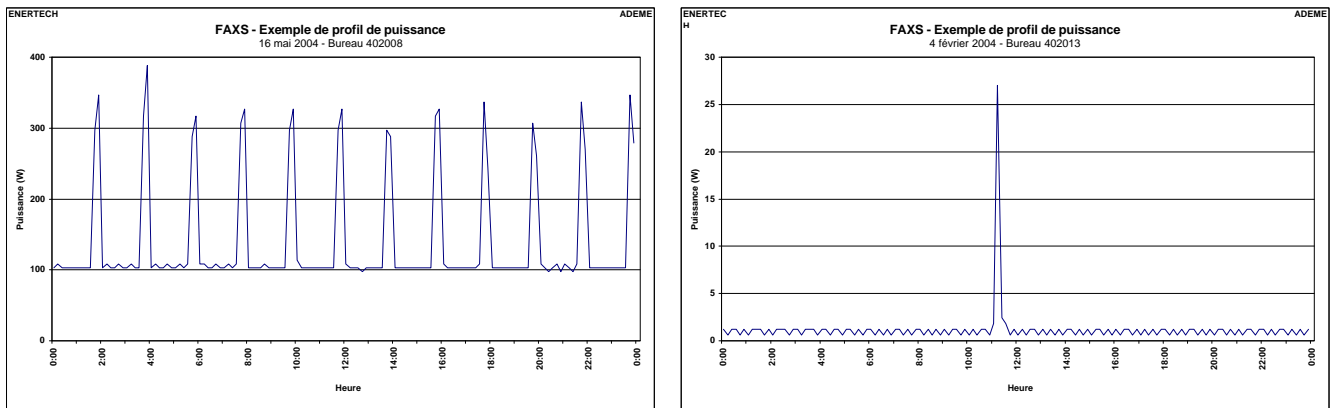


Figure A4.7 : Exemples de fonctionnement des fax le plus (gauche) et le moins (droite) consommateurs

D'après la figure A4.8, la consommation annuelle est pratiquement proportionnelle à la puissance de veille ce qui est logique vu que le temps d'envoi et de réception des documents est négligeable par rapport au temps d'attente. Il est donc impératif de se renseigner sur la consommation de veille au moment de l'achat car comme on l'a vu la consommation de cet équipement pourra varier dans un rapport 1 à plus de 100 !

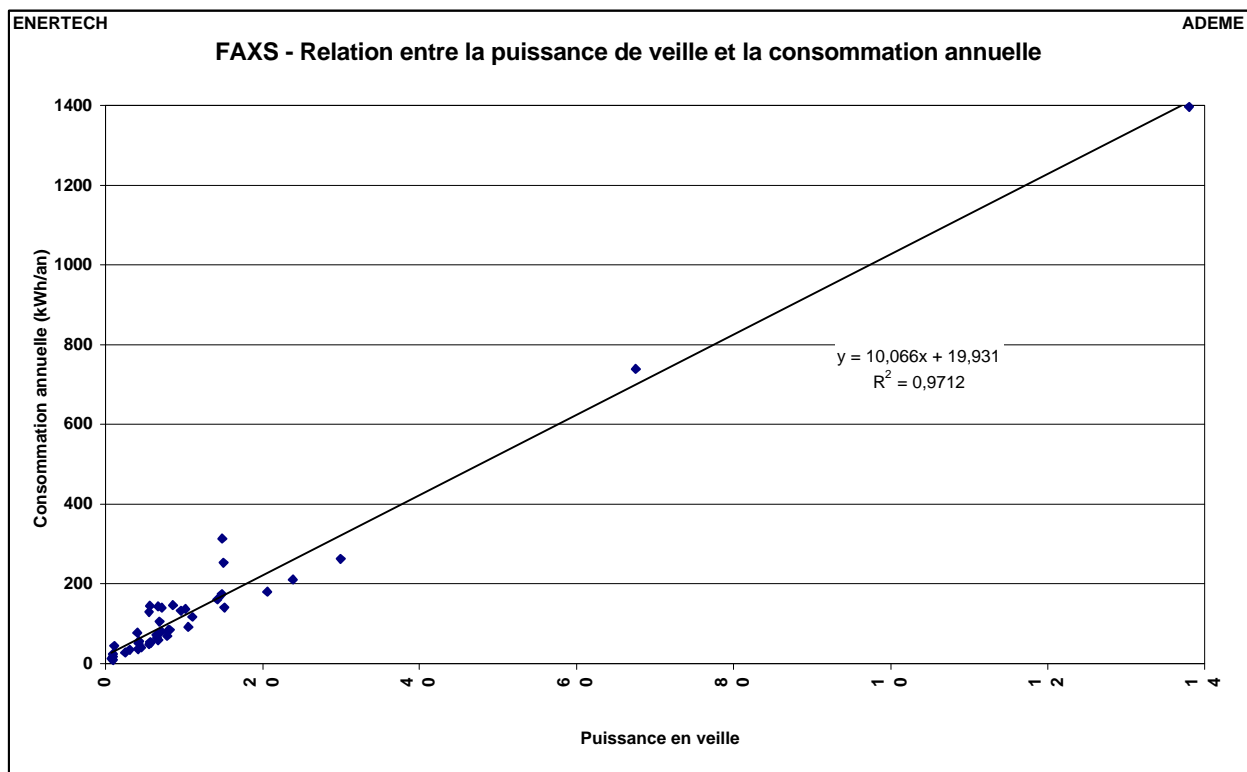


Figure A4.8 : Relation entre la puissance de veille des fax et leur consommation annuelle

A.4.8 LES VIDEO-PROJECTEURS

L'échantillon est constitué de 5 appareils. La consommation moyenne d'un vidéo-projecteur est égale à 173 kWh/an, ce qui représente environ 10 euros H.T./an.

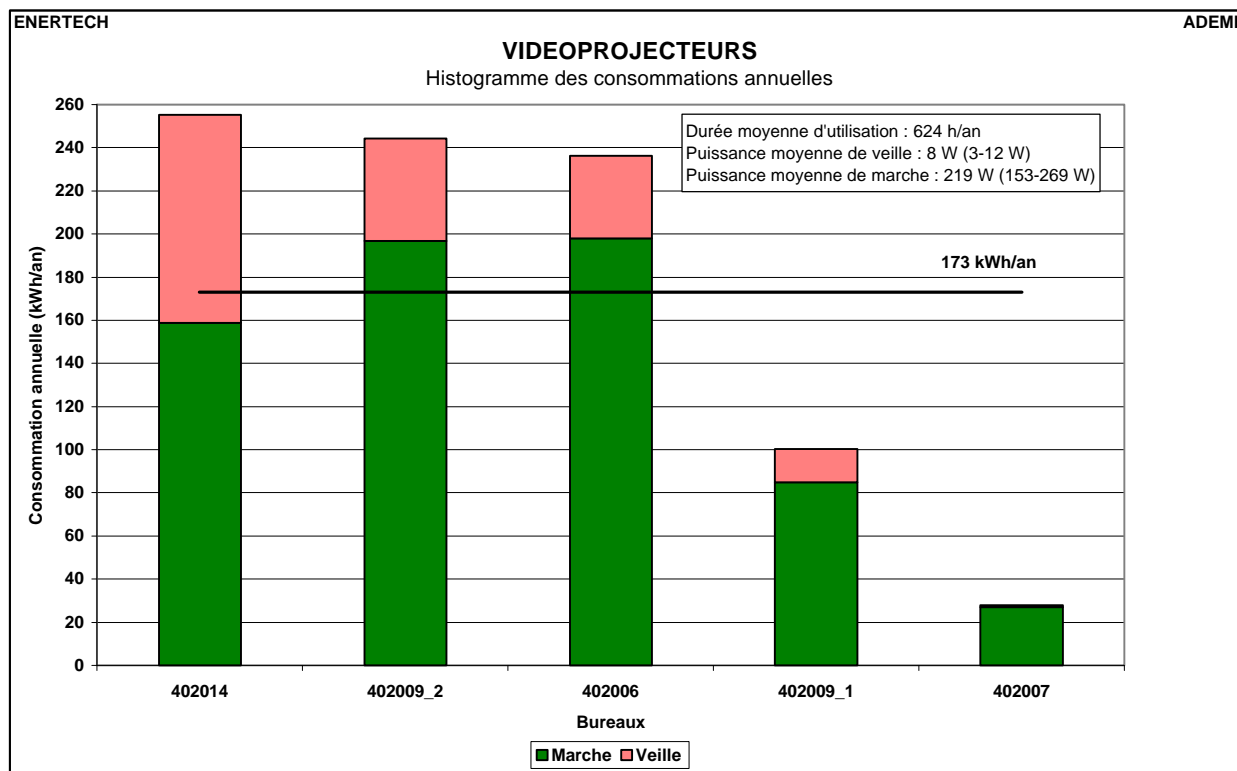


Figure A4.9 : Histogramme des consommations annuelles des vidéo-projecteurs

Les consommations observées varient dans un rapport 1 à 9 ce qui s'explique par :

- Des puissances appelées en veille et en marche très différentes d'un modèle à l'autre, respectivement comprises entre 3 et 12 Watts et 153 et 269 Watts.
- Des durées d'utilisation variant elles-aussi dans un rapport 1 à 9

Le tableau A4.10 et le graphique de la figure A4.11 donnent les caractéristiques de 4 vidéo-projecteurs suivis.

Bureau	Référence	P _{veille} (W)	P _{marche} (W)	Luminosité (lumens ANSI)	Type de lampe	Durée de vie de la lampe (h)
402014	Hitachi XGA CP-X327	12	197	1800	150W UHB	2000
402009_2	NEC VT 560	6	221	1300	200W NSH	2000
402006	Epson EMP-820	5	257	2500	200W UHE	1500
402009_1	Sony XGA VPL PX1	3	153	1000	120W UHP	2000

Figure A4.10 : Caractéristiques techniques des vidéo-projecteurs suivis

On voit qu'en règle générale, la puissance appelée dépend de la puissance de la lampe utilisée. Cependant, un appareil (NEC VT 560) offre une luminosité très faible au vu de sa consommation électrique. Cela prouve qu'il est important au moment de l'achat de définir précisément son besoin (il n'est pas nécessaire de choisir un modèle fournissant 2500 lumens si 1000 suffisent) et de se renseigner sur les consommations en marche des différents modèles présentant les mêmes caractéristiques.

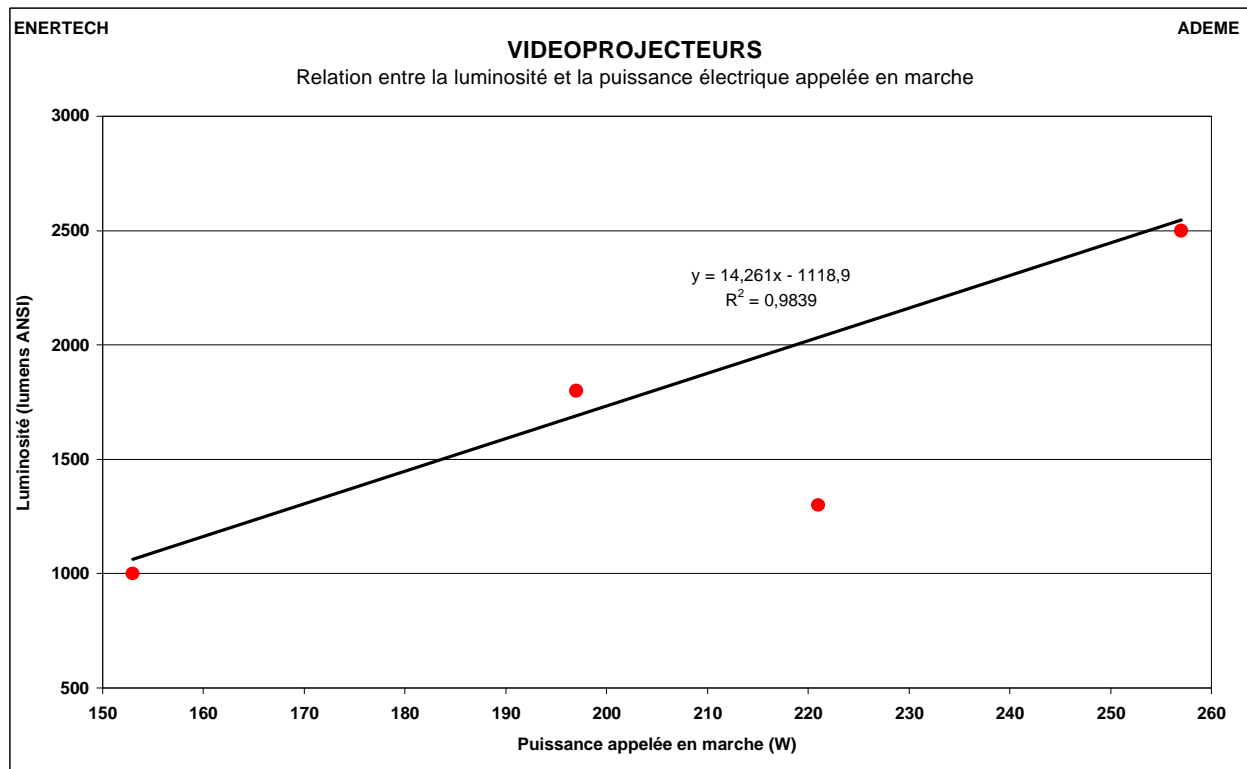


Figure A4.11 : Relation entre luminosité et puissance appelée en marche

Seul un appareil est débranché lorsqu'il n'est pas utilisé, les autres appellent en continu une puissance moyenne de 8 Watts. Il semble que les constructeurs n'aient pas cherché, comme c'est le cas pour les ordinateurs, à optimiser les vidéo-projecteurs pour réduire au minimum la consommation de veille. Dans le cas de l'appareil le plus consommateur, 38% de l'énergie consommée correspond à un état de veille. Dans les autres cas, exception faite de l'appareil qui est pratiquement toujours arrêté en cas de non utilisation, la veille représente environ 20% de l'énergie totale.

A.4.9 LES IMPRIMANTES

A.4.9.1 Les imprimantes matricielles

La consommation moyenne d'une imprimante matricielle est de 103 kWh/an ce qui représente environ 5 euros H.T./an. Dans tous les cas, l'énergie associée à un état de marche représente moins de 10% de la consommation totale ! Les durées d'utilisation sont comprises entre 20 minutes et 2 heures par jour ouvré. La puissance moyenne de veille est de 12W et l'imprimante la plus consommatrice (401001) présente une puissance de veille de 25W.

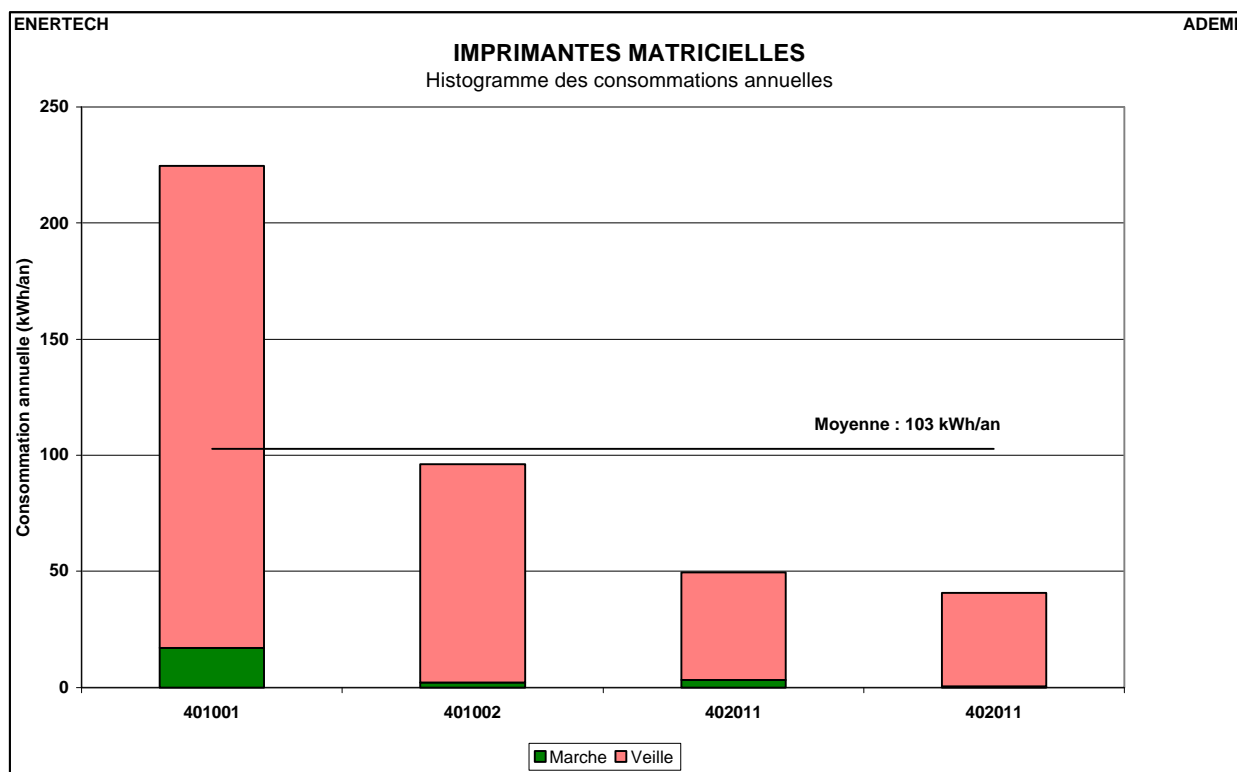


Figure A4.12 : Histogramme des consommations annuelles des imprimantes matricielles

A.4.9.2 Les imprimantes jet d'encre

Nous avons suivi 31 imprimantes jet d'encre. La consommation moyenne vaut 39 kWh/an mais la valeur moyenne pour une imprimante locale est seulement de 27 kWh/an alors qu'elle est 3 fois plus élevée (82 kWh/an) pour une machine réseau. Les machines réseau sont des équipements qui se rapprochent des imprimantes laser notamment de part leur vitesse d'impression.

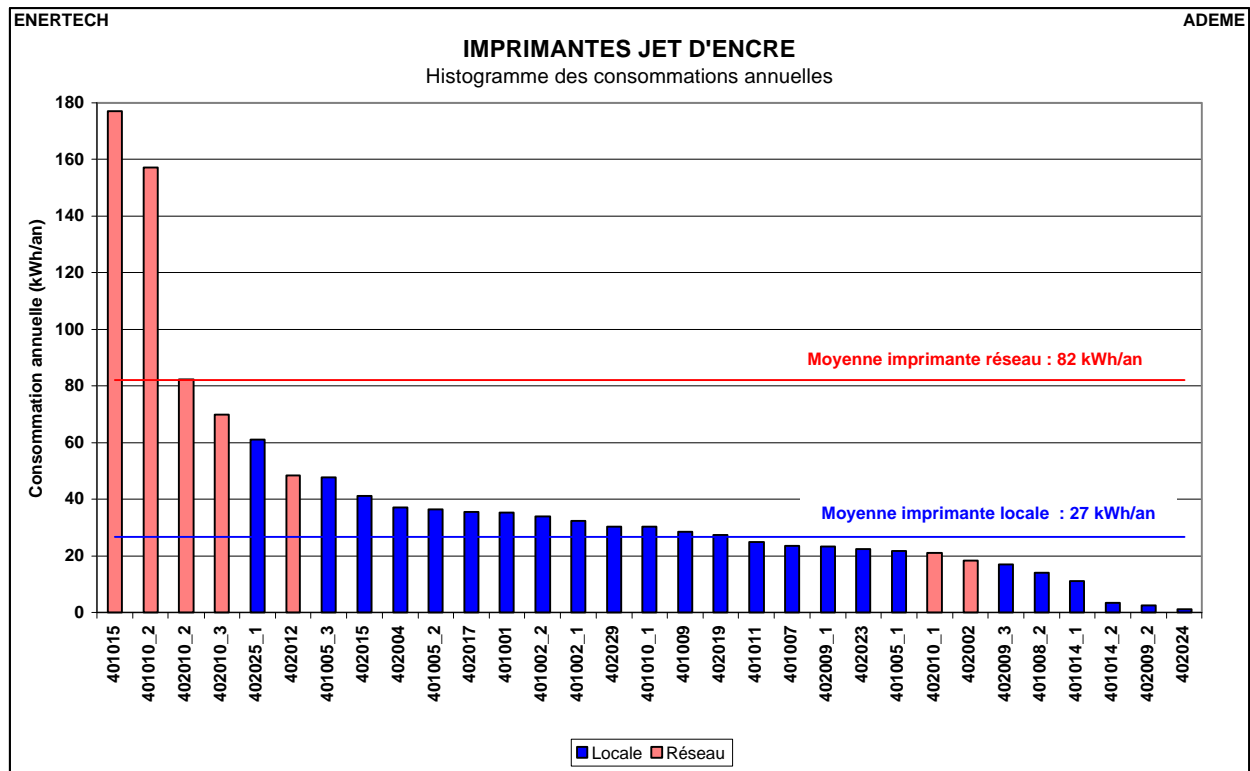


Figure A4.13 : Histogramme des consommations annuelles des imprimantes jet d'encre

Il est impossible de connaître la puissance et la durée de marche des imprimantes car les wattmètres recueillent les données à 10 minutes et les cycles d'utilisation d'une imprimante sont très courts (de l'ordre de quelques secondes). Par contre on connaît les puissances de veille. Elles sont données sur le graphique de la figure A4.14. La puissance moyenne est de 5W et plus de la moitié des puissances observées sont inférieures à 4W.

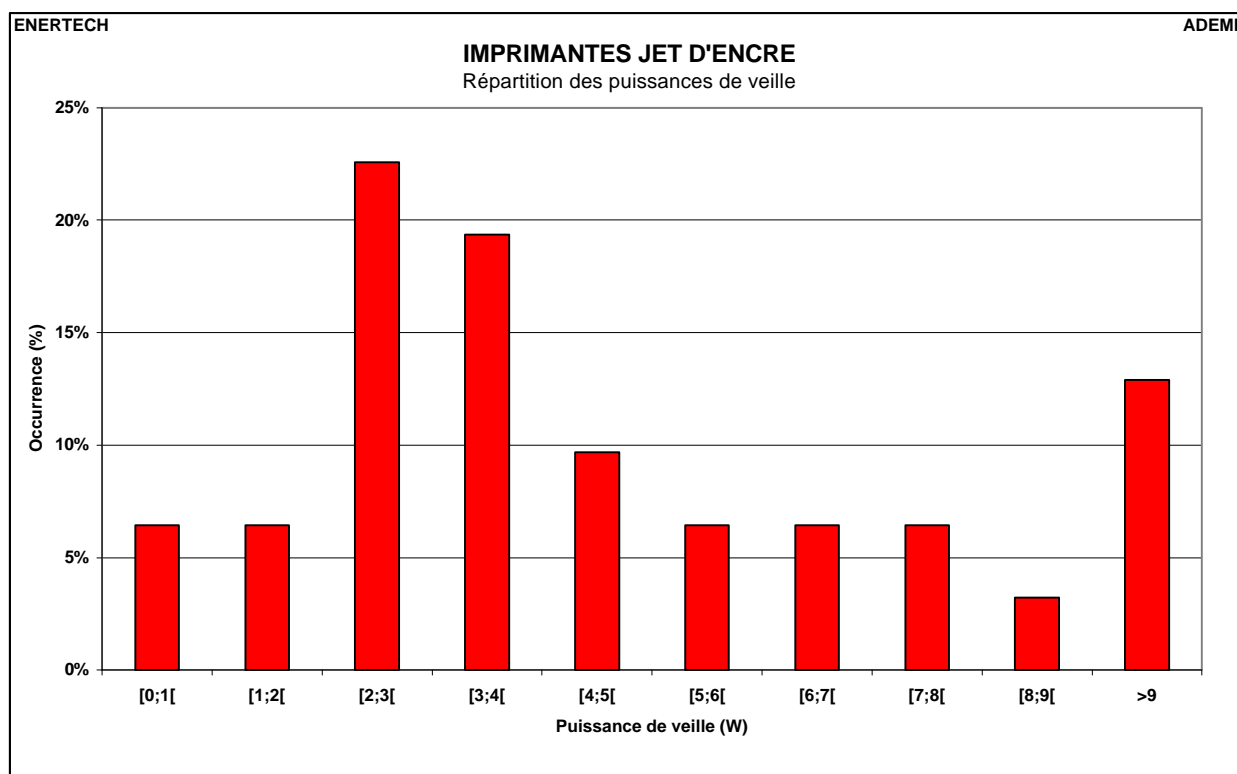


Figure A4.14 : Répartition des puissances de veille des imprimantes jet d'encre

A.4.9.3 Les imprimantes laser

On a suivi 122 imprimantes laser. Leur consommation moyenne est égale à 267 kWh/an. Les imprimantes couleur consomment 346 kWh/an, les modèles noir et blanc 261 kWh/an en réseau et 220 kWh/an en local.

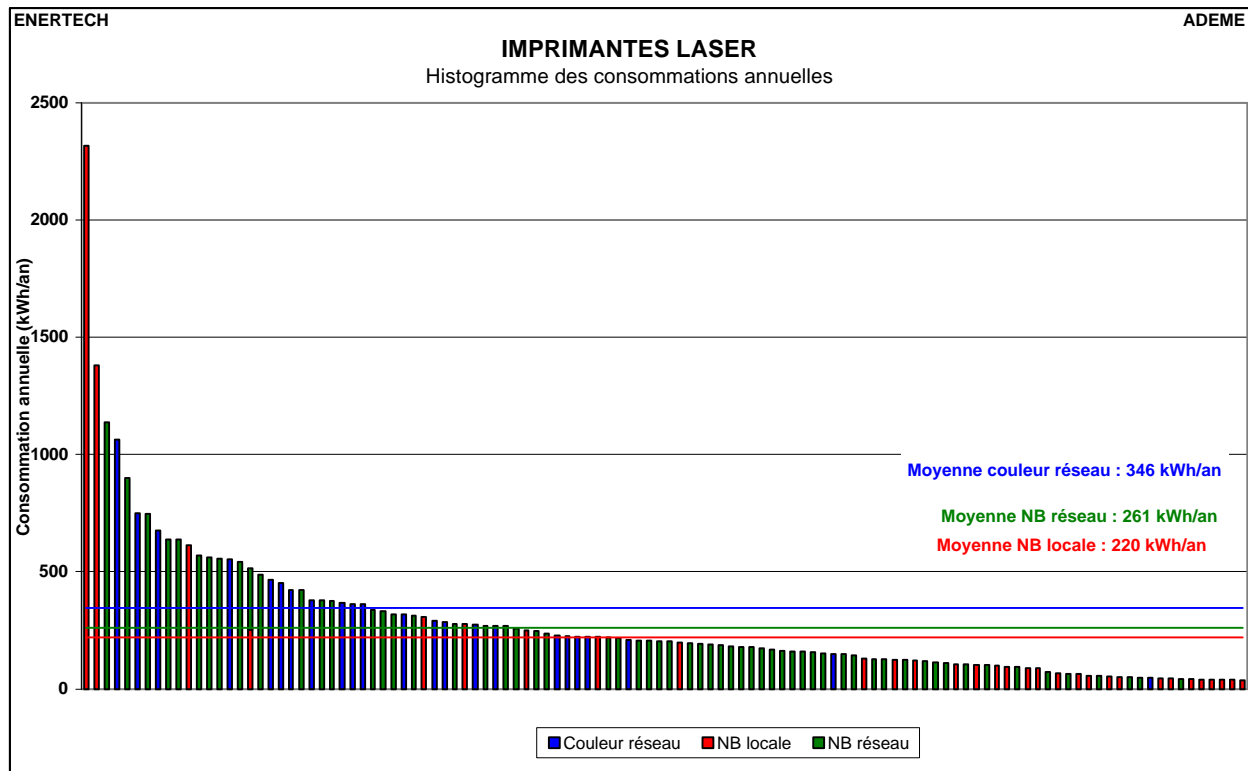


Figure A4.15 : Histogramme des consommations annuelles des imprimantes laser

Ces valeurs sont très supérieures à la consommation moyenne donnée dans MACEBUR [8], à savoir 159 kWh/an. L'explication tient dans la diminution du temps d'arrêt (consommation nulle) : alors que les imprimantes étaient arrêtées (sans consommation) 38% du temps dans MACEBUR, elles ne le sont plus que 13% du temps dans notre échantillon. Près de 40% des imprimantes laser ne sont même jamais arrêtées. De plus la puissance moyenne appelée en veille est supérieure. Elle était de 11W dans MACEBUR et elle est de 23W dans notre échantillon. Enfin, nous ne connaissons pas la nature (couleur/noir et blanc, locale/réseau) des 93 imprimantes suivies dans cette étude.

Il est donc difficile de dire si la consommation des imprimantes laser augmente avec le temps ou si les différences observées proviennent du choix de l'échantillon.

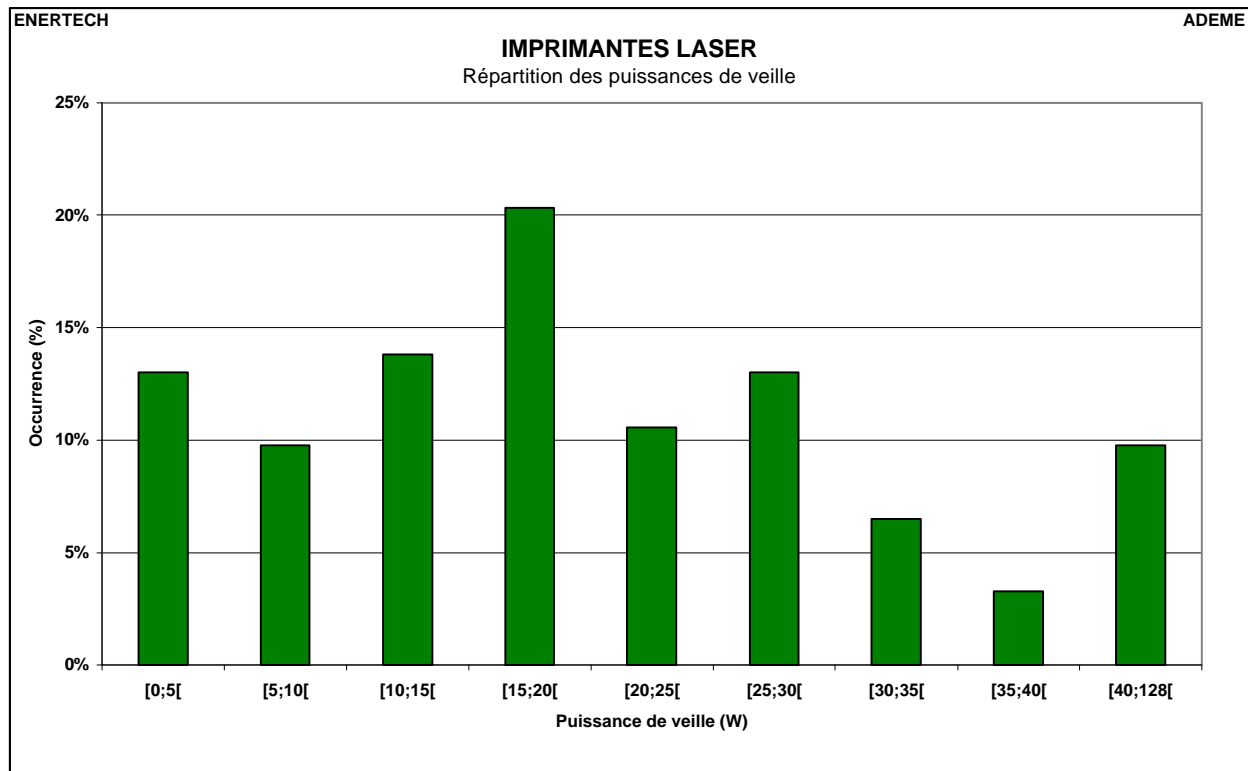


Figure A4.16 : Répartition des puissances de veille des imprimantes laser

A.4.10 LES PHOTOCOPIEURS ET IMPRIMANTES MULTIFONCTIONS

On a suivi 42 imprimantes multifonctions et 27 photocopieurs. Les imprimantes multifonctions sont des appareils qui combinent plusieurs, voire toutes les fonctions suivantes :

- Fax
- Imprimante
- Photocopieur
- Scanner

Ces appareils sont intéressants car ils permettent de réduire notablement le bruit et l'encombrement. Cependant, comme on le voit sur le graphique de la figure A4.17, d'un point de vue énergétique leur intérêt n'est pas aussi évident. La consommation moyenne d'une imprimante multifonctions est égale à 764 kWh/an et celle d'un photocopieur à 552 kWh/an.

Annexe 4 : Les appareils de bureautique – Etat des lieux

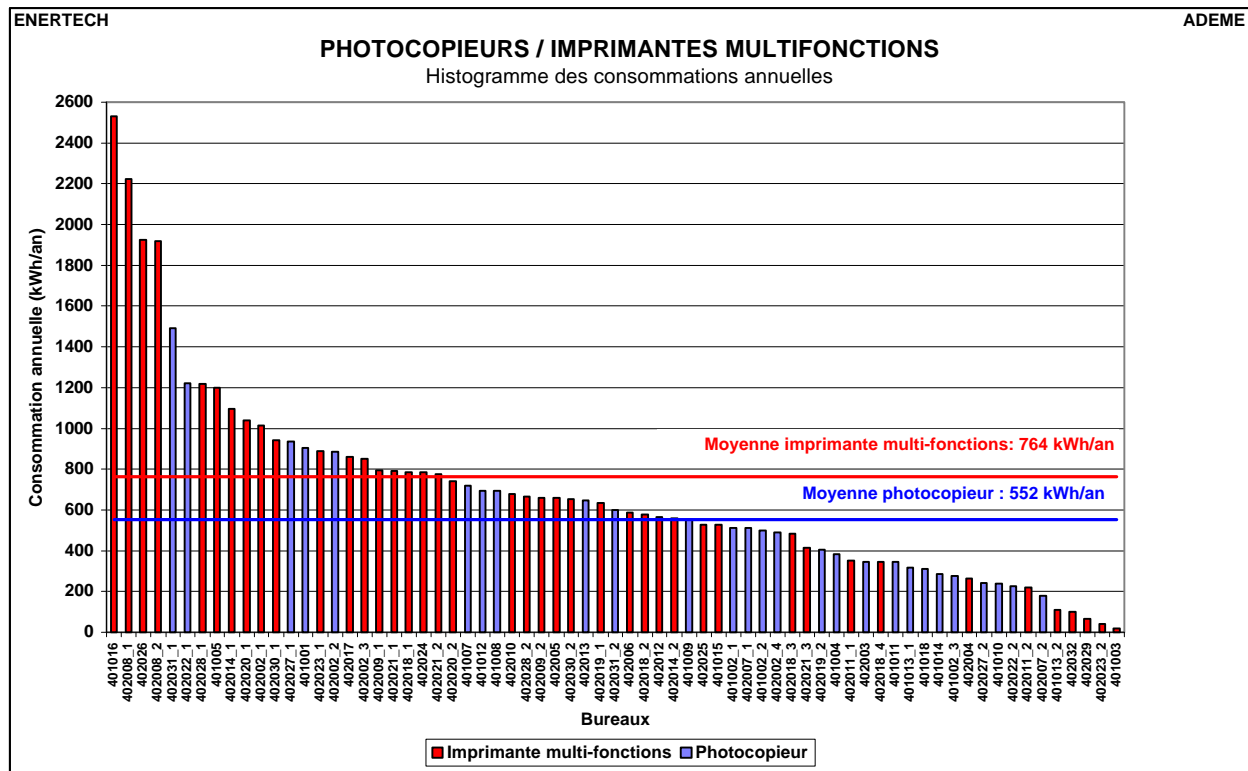
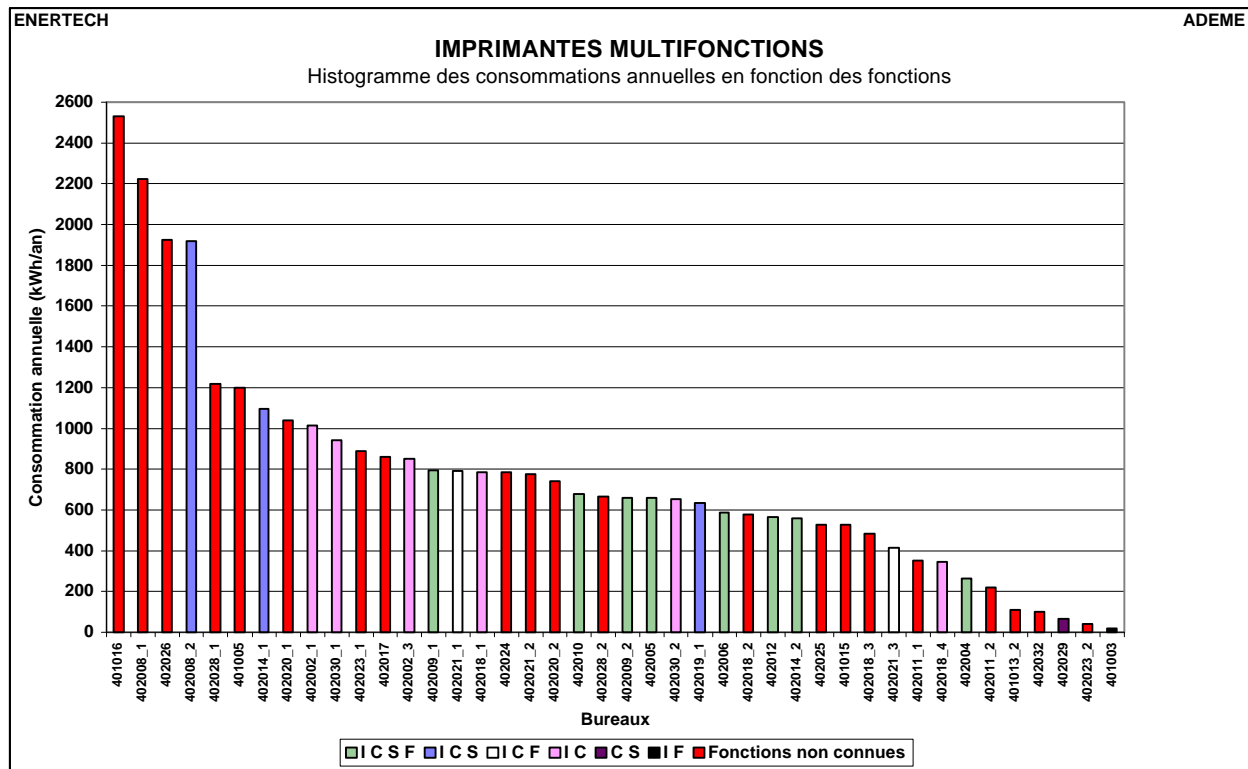


Figure A4.17 : Histogramme des consommations annuelles des photocopieurs et des imprimantes multifonctions

La consommation moyenne pour les photocopieurs est très proche de celle observée dans MACEBUR [8] (534 kWh/an pour un échantillon de 37 photocopieurs).

Les imprimantes multifonctions sont des équipements nouveaux qui n'ont, à notre connaissance, jamais fait l'objet de campagne de mesures. Si on ajoute la consommation moyenne de tous les équipements qu'elles remplacent on obtient 1055 kWh/an. Donc une imprimante multifonctions permettrait de réduire la consommation d'environ 28%. Cependant la valeur moyenne de consommation prend en compte toutes les imprimantes multifonctions de l'échantillon. Or nous sommes sûrs qu'au moins 30% des machines n'offrent pas les quatre fonctionnalités citées précédemment. Dans 50% des cas, nous ne connaissons pas exactement les options choisies. En effet, la référence de l'appareil ne permet pas de connaître précisément la nature des tâches effectuées car on peut l'adapter à ses propres besoins en ajoutant des composants. Comme on le voit sur l'histogramme de la figure A4.18, la consommation n'est pas proportionnelle au nombre de fonctions.

Annexe 4 : Les appareils de bureautique – Etat des lieux



I : imprimer, C : copier, S : scanner, F : faxer

Figure A4.18 : Histogramme des consommations annuelles des imprimantes multifonctions en fonction des tâches effectuées

Les différences de consommation s'expliquent davantage par la vitesse d'impression de la machine que par les tâches qu'elles sont capables d'effectuer. Comme on le voit sur le graphique de la figure A4.19, plus la vitesse est importante, plus la consommation augmente. On remarque cependant que pour une même vitesse la consommation peut varier dans un rapport 1 à 22 (vitesse : 24 pages par minute –ppm–). De plus, le fait que l'imprimante soit couleur ou noir et blanc ne semble par contre pas jouer sur sa consommation.

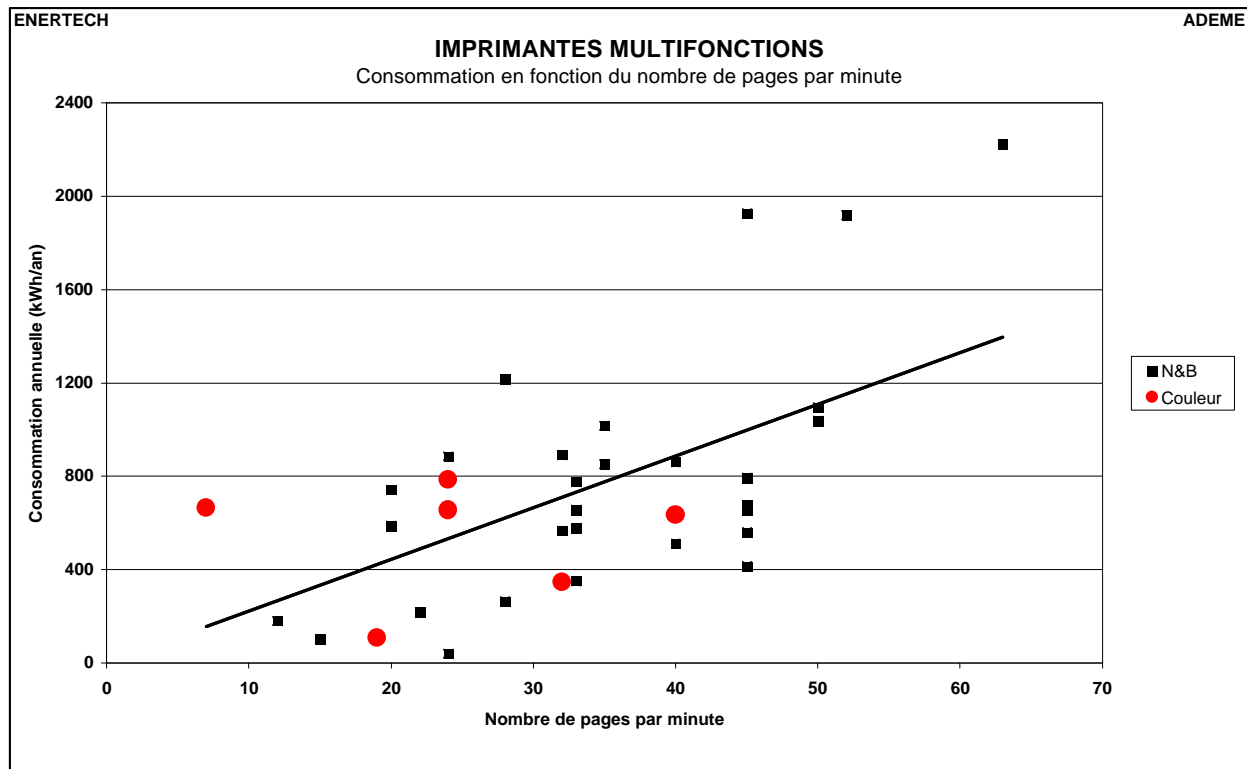
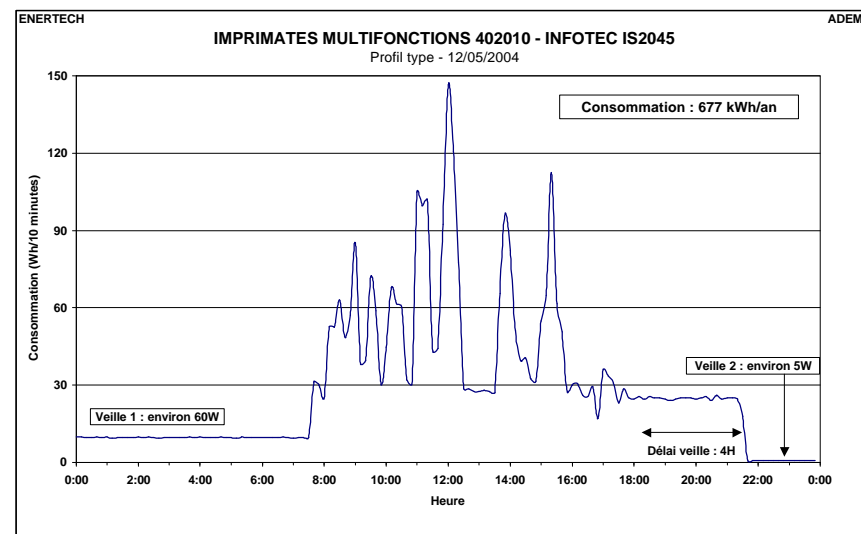
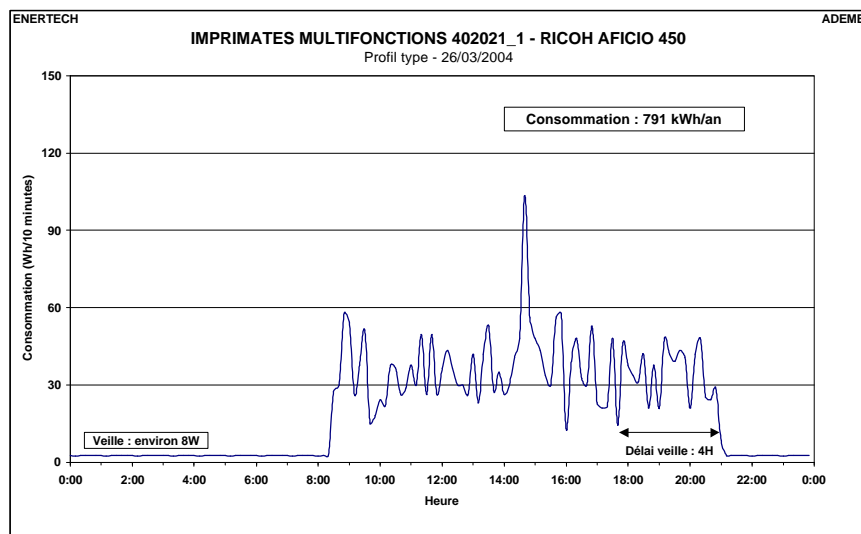
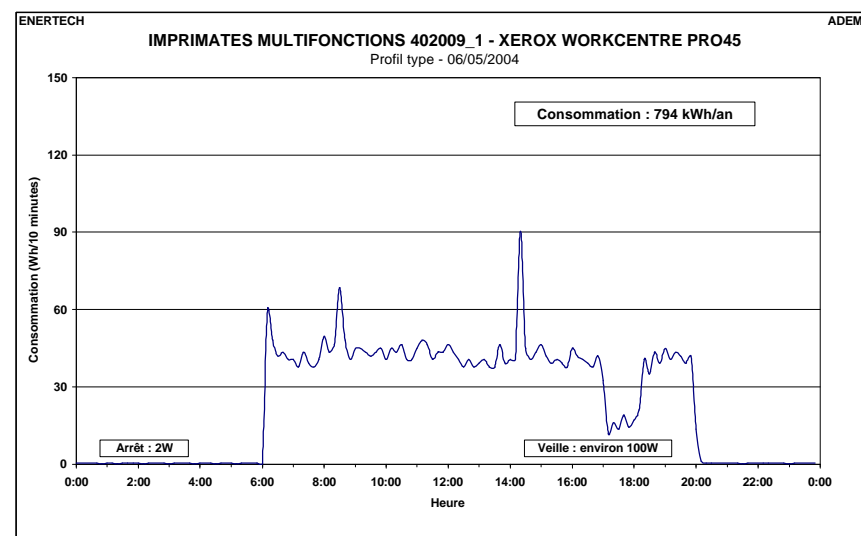
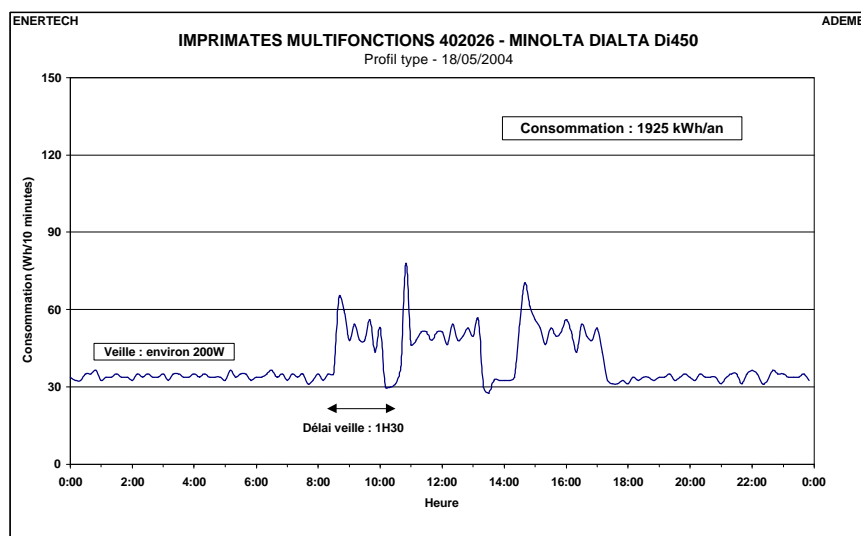


Figure A4.19 : Représentation de la consommation des imprimantes multifonctions en fonction de leur vitesse d'impression

Les graphiques de la figure A4.20 présentent le profil type de fonctionnement de 7 imprimantes multifonctions ayant la même vitesse d'impression (45 ppm). Leurs consommations varient dans un rapport 1 à près de 5. Grâce à ces graphiques, on comprend bien que la consommation dépend (par ordre de priorité) :

- De la puissance de veille. Ainsi l'imprimante multifonctions Minolta a une puissance de veille très supérieure à celle des autres machines (200 W contre moins de 10W) et ne s'arrête jamais. La machine est probablement en attente de fax et ne possède pas de mode ECO.
- Du délai d'activation de la veille. Tous les modèles présentés passent en veille, ce qui paraît normal étant donné que les imprimantes multifonctions sont des équipements récents. Cependant, on observe des écarts importants entre les différents délais d'activation de la veille et naturellement ce délai a une incidence sur la consommation. Ainsi les temps d'activation varient entre 30 minutes et 4 heures 30. On a suivi deux appareils identiques (Ricoh Aficio 450) mais dont le paramétrage du délai d'activation de veille est différent. La machine possédant un délai de 4 heures consomme près de deux fois plus que celle ayant un délai de 30 minutes. L'utilisation influe bien-sûr sur la consommation mais les mesures à dix minutes ne permettent de connaître les cycles de marche.

Annexe 4 : Les appareils de bureautique – Etat des lieux



Annexe 4 : Les appareils de bureautique – Etat des lieux

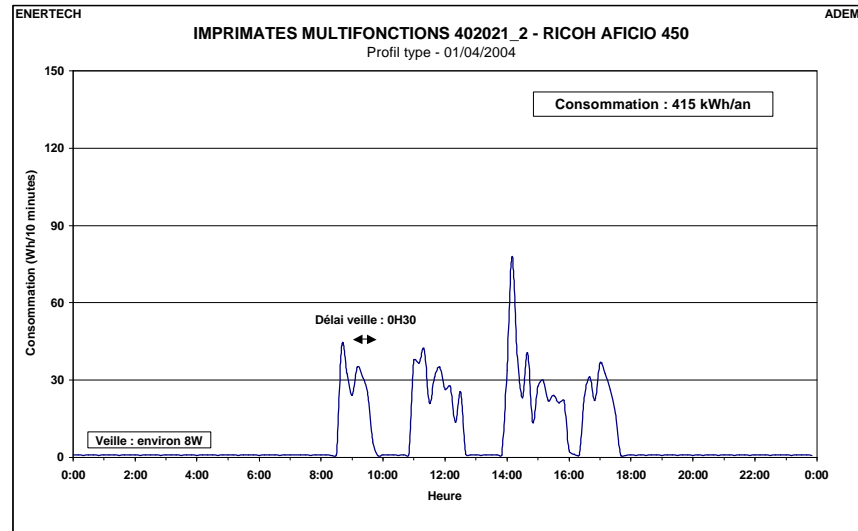
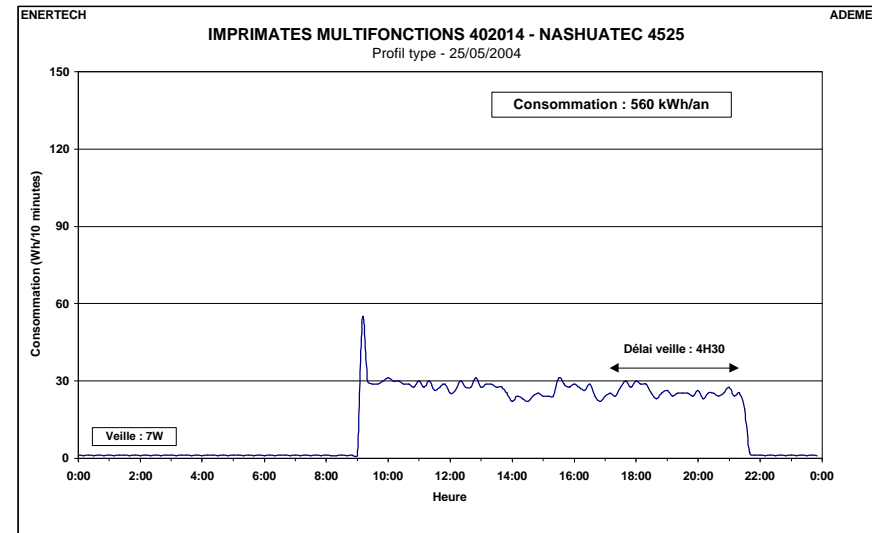
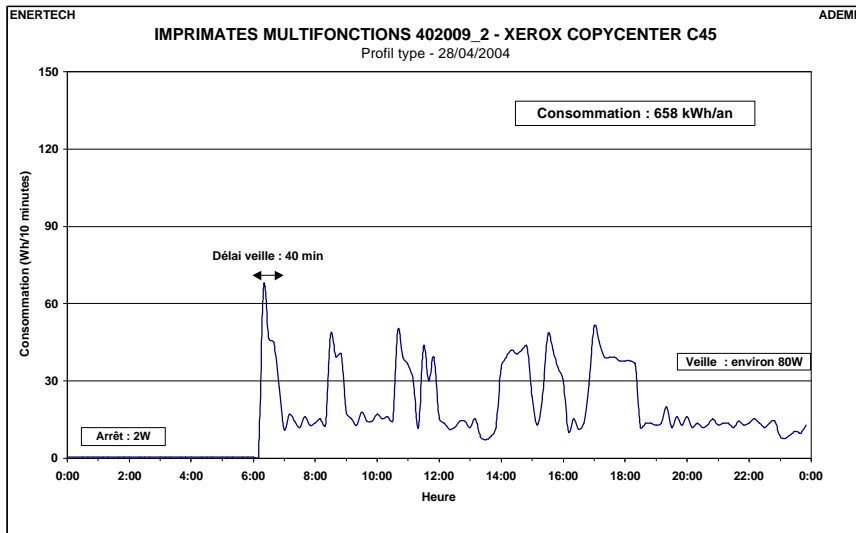


Figure A4.20 : Profils types de 7 imprimantes multifonctions présentant la même vitesse d'impression (45 ppm)

Annexe 4 : Les appareils de bureautique – Etat des lieux

- De l'arrêt manuel. Dans l'établissement 402009, les imprimantes multifonctions sont arrêtées en fin de journée. La consommation la nuit est de ce fait très faible (de l'ordre de 2 W). La puissance appelée n'est pas nulle car, comme sur la plupart des équipements de bureautique, l'interrupteur agit sur le secondaire du transformateur, laissant ainsi subsister une consommation résiduelle. L'arrêt des appareils la nuit et le week-end est une manière très efficace de réduire les consommations. Il est plus fréquent sur les photocopieurs que sur les autres appareils de bureautique (arrêt : 21% du temps et près d'un quart des photocopieurs arrêtés plus des deux tiers du temps). Cela tient probablement au fait que les usagers sont conscients que ces équipements sont de gros consommateurs.

En conclusion on peut dire que les imprimantes multifonctions sont des équipements qui peuvent s'avérer intéressants si on prend garde de ne sélectionner que les fonctionnalités nécessaires (ou au moins celles qui n'entraînent pas de surconsommation permanente). Par exemple, il serait dommage d'opter pour un modèle qui offre la fonction fax et qui est donc en permanence en attente alors qu'on possède par ailleurs déjà un fax. De plus il faut choisir un modèle présentant une consommation en veille faible et il est nécessaire de paramétrer au plus court le délai de passage dans cet état. Enfin si l'appareil ne le fait pas automatiquement, on arrêtera manuellement l'imprimante multifonctions au moins les soirs et week-ends.

A.4.11 LES FONTAINES

Depuis quelques années on a vu apparaître dans les bureaux des fontaines à eau. Il existe deux modèles :

- des fontaines produisant de l'eau chaude et réfrigérée
- des fontaines produisant uniquement de l'eau réfrigérée

Nous avons suivi un modèle de chaque type.

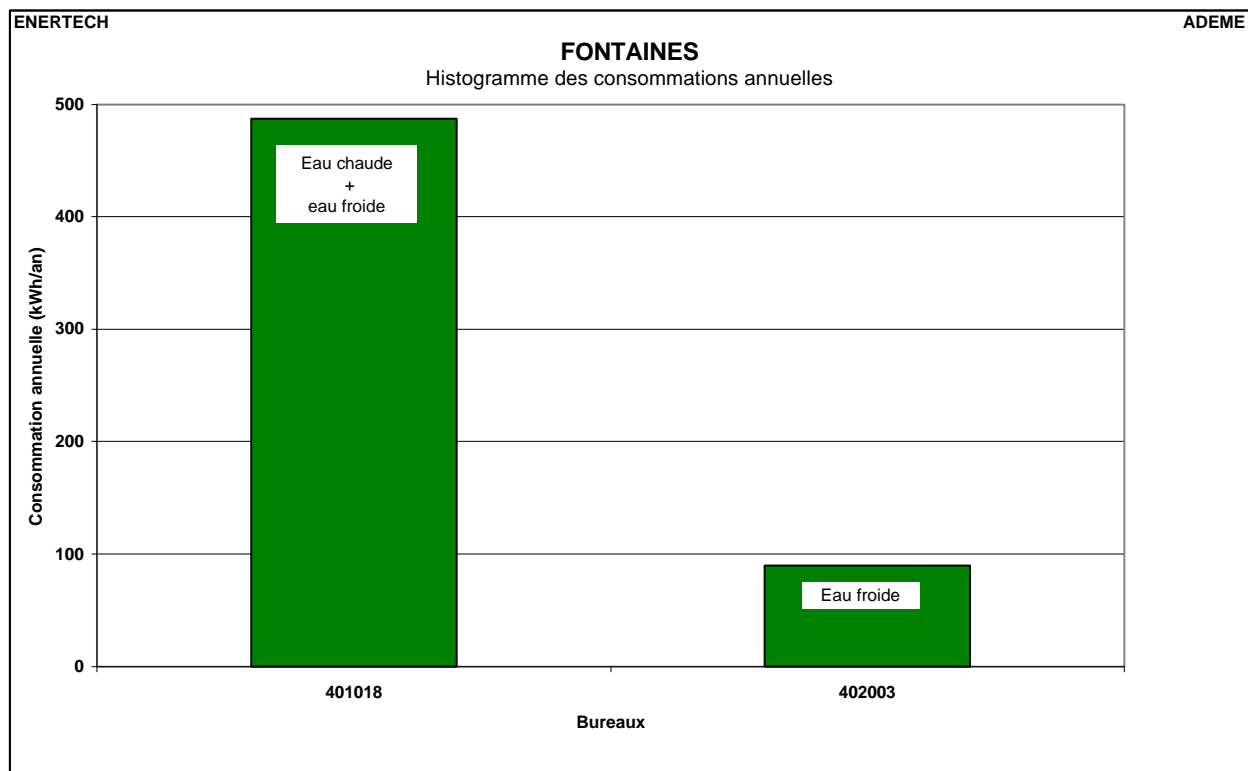


Figure A4.21 : Histogramme des consommations annuelles des fontaines

Une fontaine eau chaude / eau réfrigérée consomme 487 kWh/an (38 euros H.T.) et une machine produisant uniquement de l'eau réfrigérée 90 kWh/an (7 euros H.T.).

Ces équipements fonctionnent en continu, même la nuit et les week-ends alors qu'il n'y a a priori aucun besoin dans ces périodes. Ils sont très peu isolés et même quand il n'y a aucun besoin ils appellent une puissance moyenne de 42W pour maintenir une réserve d'eau chaude et réfrigérée.

A.4.12 LES MACHINES A CAFE

On trouve deux types de machines à café. Généralement, les grosses entreprises utilisent des machines à café sur pied et dans les petites, on trouve des cafetières. Les machines à café sur pied consomment en moyenne 1046 kWh/an (53 euros H.T./an) et les cafetières 109 kWh/an (8 euros H.T./an). Les machines à café sur pied sont les deuxièmes plus gros consommateurs observés au cours de cette campagne de mesures (après les distributeurs de boissons).

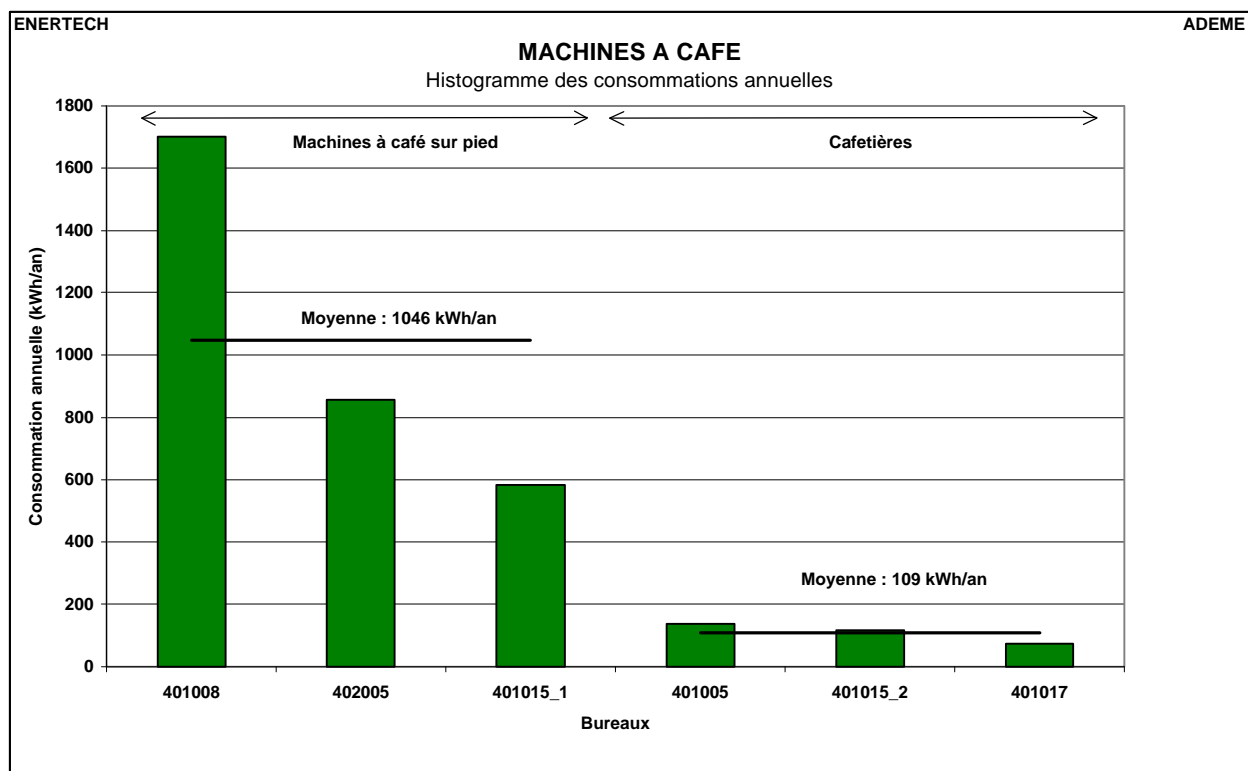


Figure A4.22 : Histogramme des consommations annuelles des machines à café

Comme pour les fontaines, les machines à café sur pied fonctionnent en continu. Par contre, les cafetières sont généralement arrêtées en fin de journée.

A.4.13 LES DISTRIBUTEURS DE BOISSONS

Nous avons suivi au cours de cette campagne de mesures un distributeur de boissons. Avec 3012 kWh/an, il s'agit de l'appareil le plus consommateur de tous ceux suivis (plus de 300 appareils). Cette consommation correspond à celle de 5 photocopieurs ou encore 11 imprimantes laser ! Nous avons déjà suivi 2 autres distributeurs au cours d'une campagne de mesures antérieure [21] et la valeur trouvée était très proche (3124 kWh/an).

Là encore l'appareil marche en permanence alors qu'il ne contient pas de denrées périssables qui justifieraient un fonctionnement continu.

ANNEXE 5 : L'ECLAIRAGE – ETAT DES LIEUX

A.5.1 L'ECLAIRAGE DES PIECES DE BUREAUX

Définition : un bureau définit dans les paragraphes suivants une pièce et non un meuble.

Dans un même bureau, on trouve souvent plusieurs commandes d'éclairage. En effet, l'éclairage principal (plafond) peut être divisé en plusieurs circuits et certains usagers possèdent aussi des lampes de bureau ou des lampadaires sur pied. On définit donc deux notions :

- la durée d'éclairage par pièce : c'est la durée pendant laquelle au moins un luminaire du bureau fonctionne
- la durée d'éclairage par luminaire : c'est la durée pendant laquelle un luminaire spécifique est allumé

A.5.1.1 Etude des sources lumineuses employées

A.5.1.1.1 Bureau individuel

Le graphique de la figure A5.1 indique les différents types de source lumineuse qu'on trouve actuellement dans les bureaux. Les tubes fluorescents équipent 89% des foyers lumineux. A eux-seuls les luminaires 4x18W, 2x36W et 2x58W sont utilisés dans plus des trois quarts des bureaux visités. On trouve aussi d'autres technologies économes comme des ampoules fluocompactes (5%) ou encore des lampes à décharge (1%). L'halogène représente 4% des sources rencontrées et on peut dire que les ampoules à incandescence ont pratiquement disparu.

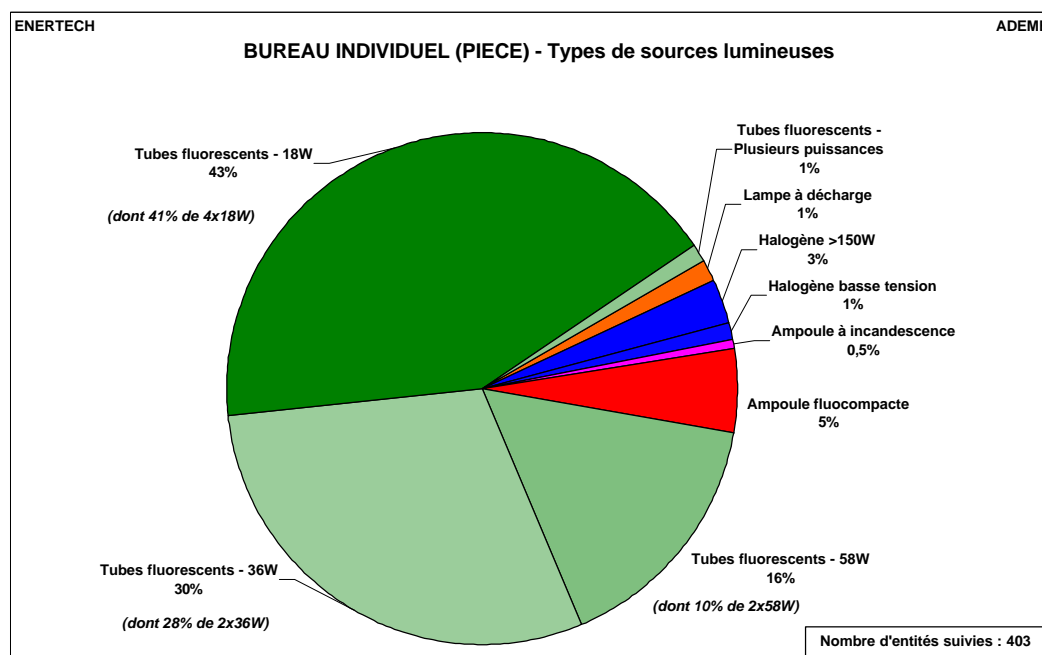


Figure A5.1 : Répartition des types de sources lumineuses employées pour l'éclairage des bureaux individuels en fonction du nombre total de sources lumineuses

A.5.1.1.2 Bureau paysager

Là encore c'est, avec 90% du parc de sources lumineuses, l'éclairage par tubes fluorescents qui domine. De plus près de la moitié des sources lumineuses des bureaux paysagers sont des luminaires 4x18W.

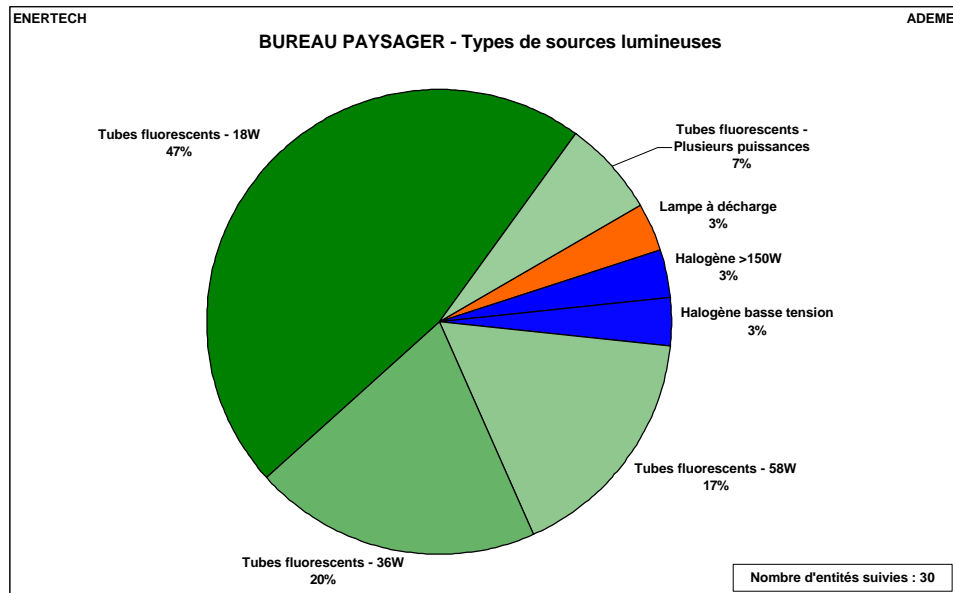


Figure A5.2 : Répartition des types de sources lumineuses employées pour l'éclairage des bureaux paysager en fonction du nombre total de sources lumineuses

A.5.1.1.3 Lampe de bureau

On voit sur le graphique de la figure A5.3 que les lampes de bureaux de l'échantillon sont équipées de trois types de source lumineuse :

- Les deux technologies les plus rencontrées sont par ordre décroissant les ampoules halogènes basse tension et les ampoules fluocompactes
- Les ampoules à incandescence sont deux fois moins courantes.

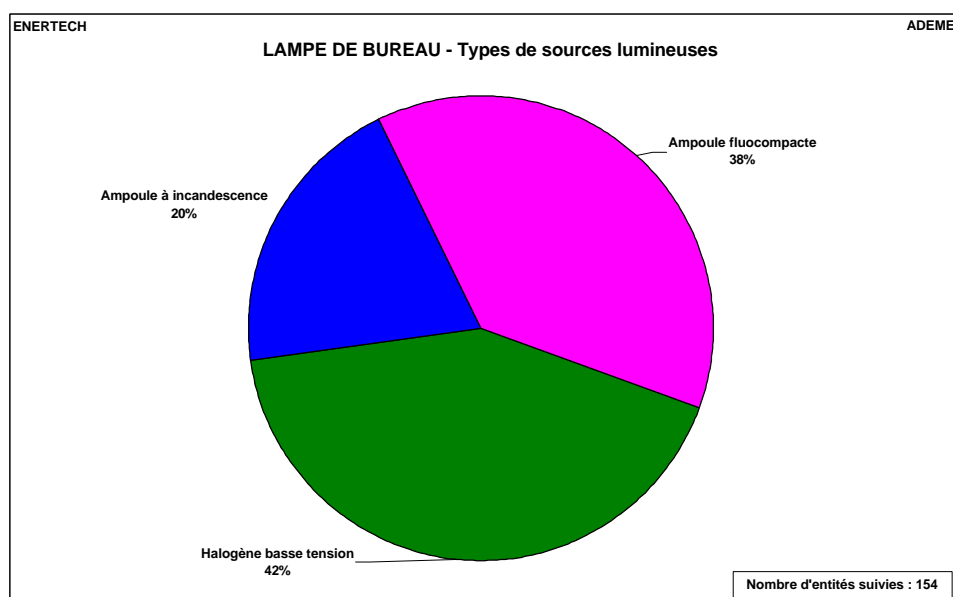


Figure A5.3 : Types des sources lumineuses équipant les lampes de bureau

A.5.1.2 Durée annuelle d'éclairage par pièce

A.5.1.2.1 Bureau individuel

Au cours de cette campagne de mesures, nous avons suivi 403 bureaux individuels, dont 95% étaient munis d'un éclairage au plafond, commandé dans 88% des bureaux par un seul interrupteur (dans les autres on compte deux zones). Dans les autres cas, l'éclairage principal est effectué au moyen de luminaires sur pied.

La durée moyenne d'allumage d'un bureau individuel est égale à **1155 heures par an** (5,1 heures par jour ouvré), ce qui correspond à 73% du temps de travail annuel (1575 heures : 7 heures pendant 225 jours). Comme on le voit sur le graphique de la figure A 5.4, dans près de 30% des bureaux, la durée d'allumage est supérieure au temps de travail légal. Cependant il y a souvent deux voire trois personnes qui n'ont pas exactement les mêmes horaires de travail dans ce type de bureau ce qui explique ces durées de fonctionnement importantes. On verra dans le paragraphe 5.1.7 que l'éclairage fonctionne aussi en dehors des heures ouvrables.

Dans le même temps, 10% des bureaux sont éclairés moins d'une heure par jour ouvré. Les bureaux peu éclairés sont en général des bureaux rarement utilisés soit parce que l'utilisateur est souvent en déplacement, soit car le bureau qui était occupé au moment de l'instrumentation ne l'est plus en fin de période de mesures (nous avons été étonnés par le nombre de déménagements au sein d'une même entreprise, cette remarque s'appliquant uniquement pour les grosses entités de l'échantillon).

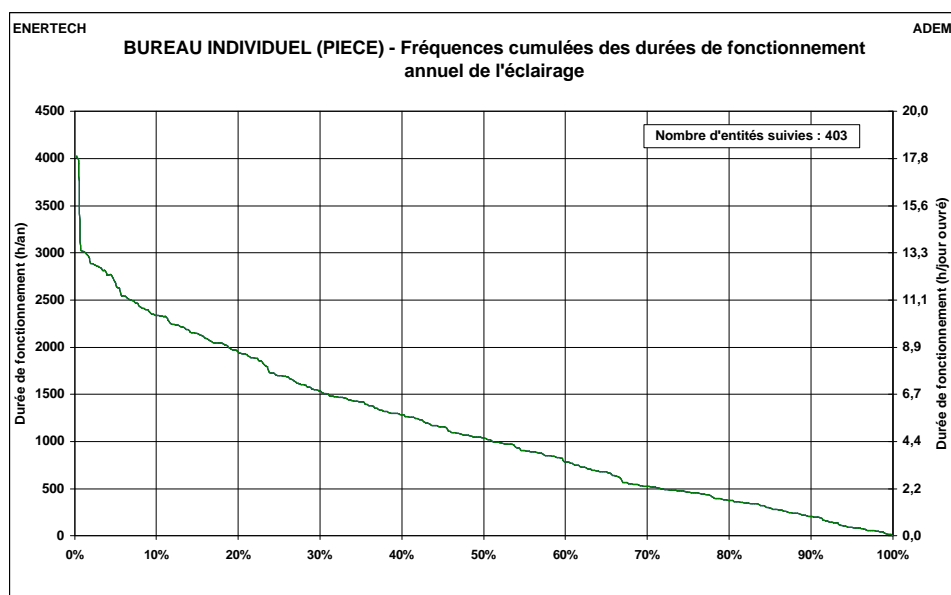


Figure A5.4 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuel de l'éclairage dans les bureaux individuels

La durée moyenne de fonctionnement varie d'une entreprise à l'autre dans un rapport 1 à 22 et dans des proportions encore plus importantes au sein d'une même entreprise. Ainsi, c'est dans la même entreprise qu'on trouve la durée d'allumage la plus faible et la plus forte.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

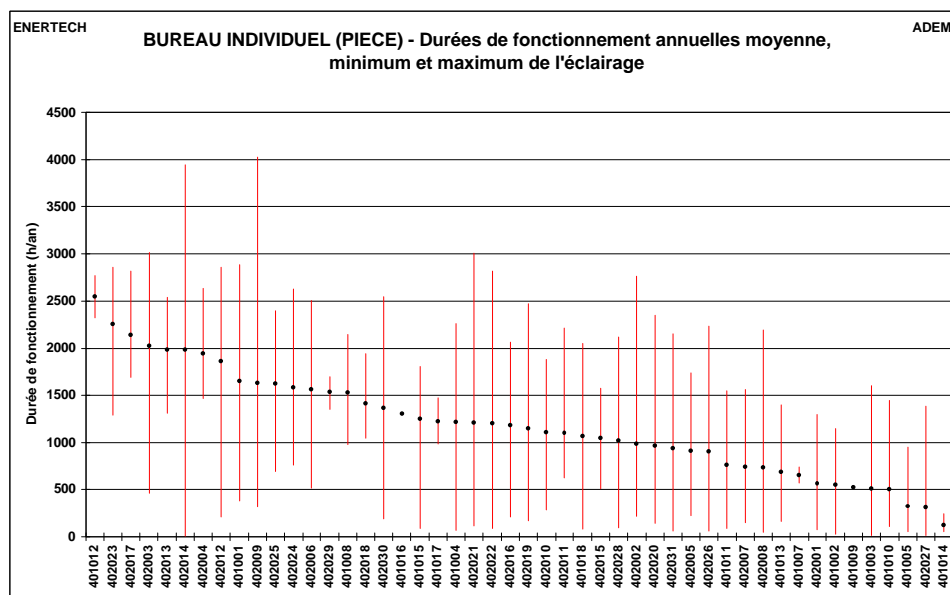


Figure A5.5 : Durées de fonctionnement annuelles moyenne, minimum et maximum dans les bureaux individuels de chaque entreprise

Le graphique de la figure A5.6 indique la durée moyenne de fonctionnement de l'éclairage en fonction de la source lumineuse. On distingue trois groupes :

- Les lampes à décharge ont les durées de fonctionnement les plus importantes. L'échantillon n'est cependant pas très représentatif car tous les luminaires de ce type se trouvent dans une même entreprise.
- Les halogènes, les tubes fluorescents et les ampoules fluocompactes ont des durées de fonctionnement proches de la valeur moyenne trouvée au niveau de l'échantillon (ce qui est logique car à elles trois, ces sources représentent 96% des foyers lumineux suivis).
- Les halogènes basse tension et les ampoules à incandescence ont des durées de fonctionnement très faibles (moins de 2 heures par jour).

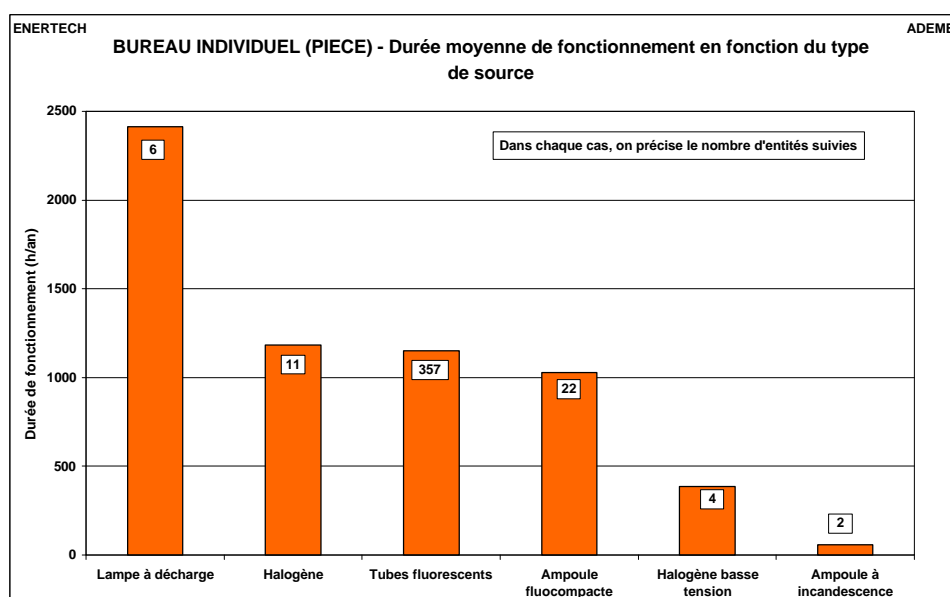


Figure A5.6 : Durée moyenne de fonctionnement en fonction du type de source lumineuse – Bureau individuel

A l'exception de l'halogène, les sources présentant les durées de fonctionnement maximum sont des sources économes.

A.5.1.2.2 Bureau paysager

On a instrumenté l'éclairage de 30 bureaux paysagers. Cette catégorie regroupe des bureaux de tailles très différentes. On a considéré qu'un bureau était « paysager » quand on dénombrait plus de quatre occupants. Dans certains cas, il n'y a qu'une commande d'éclairage pour tout un étage. Les puissances d'éclairage sur un même circuit vont de 368 W à près de 4 kW.

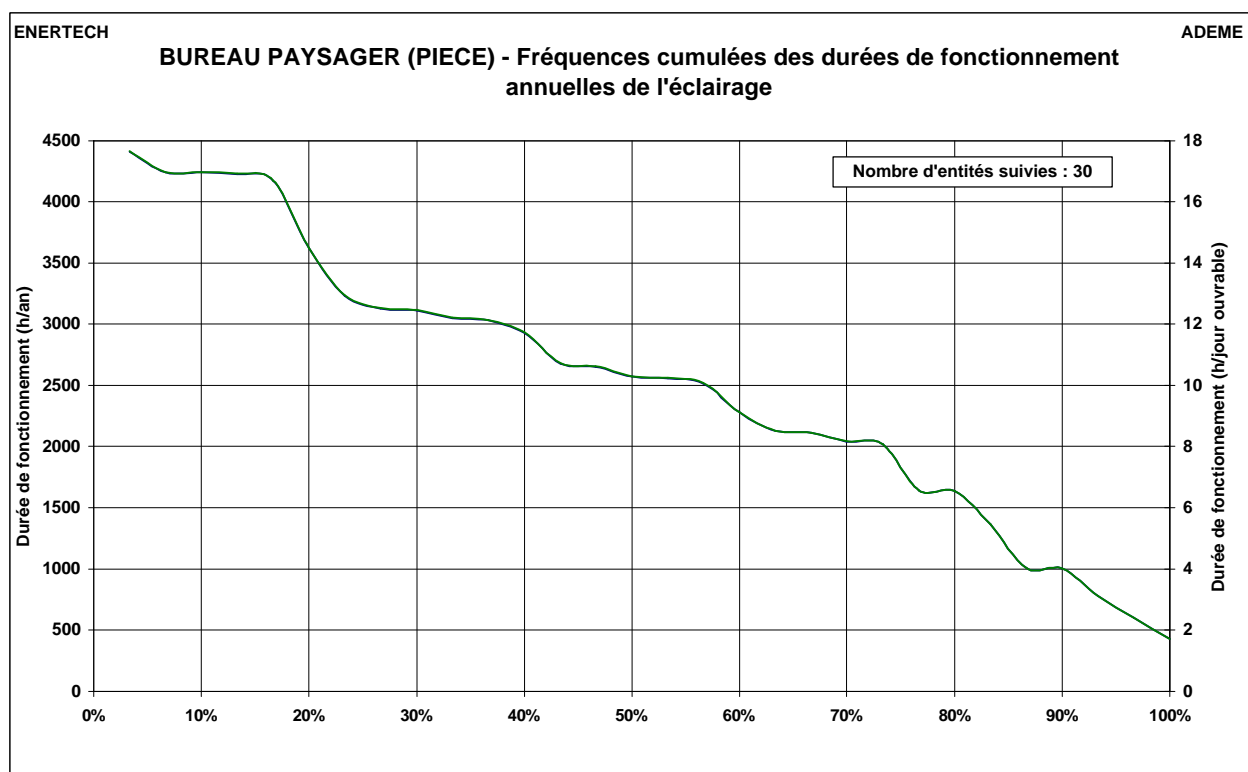


Figure A5.7 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuel de l'éclairage dans les bureaux paysagers

L'éclairage d'un bureau paysager fonctionne en moyenne 2513 heures par an (environ 10 heures par jour ouvrable), soit 2,2 fois plus que la valeur observée pour un bureau individuel. Cette différence est due au fait que ces bureaux sont occupés pendant une durée bien supérieure chaque jour car les usagers n'ont pas tous les mêmes horaires de travail. De plus, contrairement au cas des bureaux individuels, les occupants ne sont pas responsables de la gestion de l'éclairage de leur espace de travail. D'ailleurs, la plupart du temps, il n'y a pas d'interrupteur commandant le circuit d'éclairage dans les bureaux paysagers, du moins dans les très grands.

Comme le montre le graphique de la figure A5.8, les variations de durée de fonctionnement de l'éclairage en fonction de l'entreprise sont moins importantes pour les bureaux paysagers que pour les bureaux individuels. Le rapport entre le temps d'allumage maximum et minimum est de 7 (contre 22 pour les bureaux individuels).

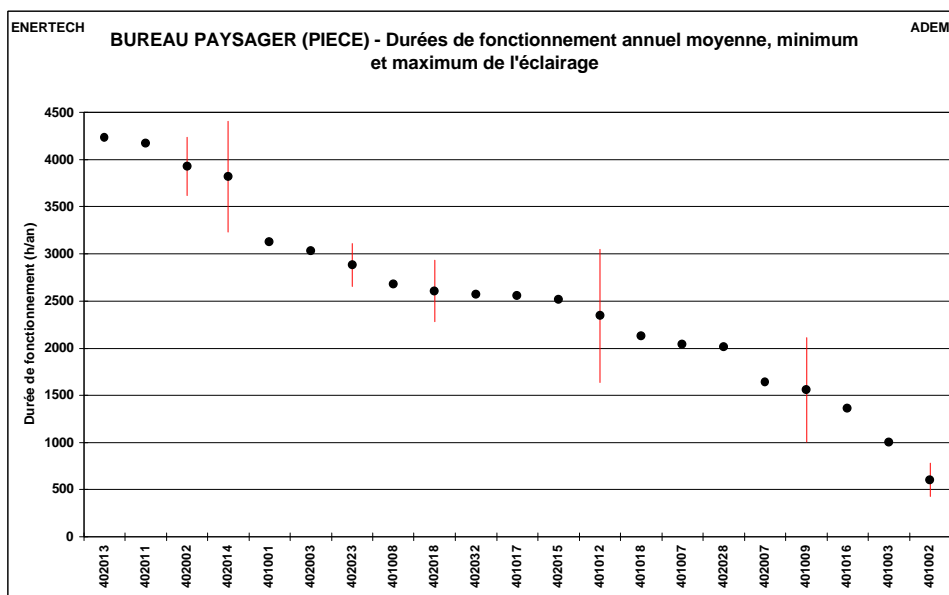


Figure A5.8 : Durées de fonctionnement annuel moyenne, minimum et maximum dans les bureaux paysagers

La possibilité d’agir sur l’éclairage propre à son poste de travail semble donc une solution très efficace pour réduire les durées d’allumage. Il n’est pas possible d’établir pour les bureaux paysagers de durée moyenne de fonctionnement par source dans la mesure où la taille des échantillons, autres que celui comportant les tubes fluorescents, est trop petite pour être représentative.

A.5.1.3 Durée annuelle d’éclairage par luminaire

A.5.1.3.1 Plafonnier des bureaux individuels

Si on considère l’ensemble des luminaires les plus utilisés (bureaux à une ou deux zones confondues), la durée moyenne de fonctionnement est de 1022 heures par an, soit 12% de moins que la durée moyenne d’allumage d’un bureau.

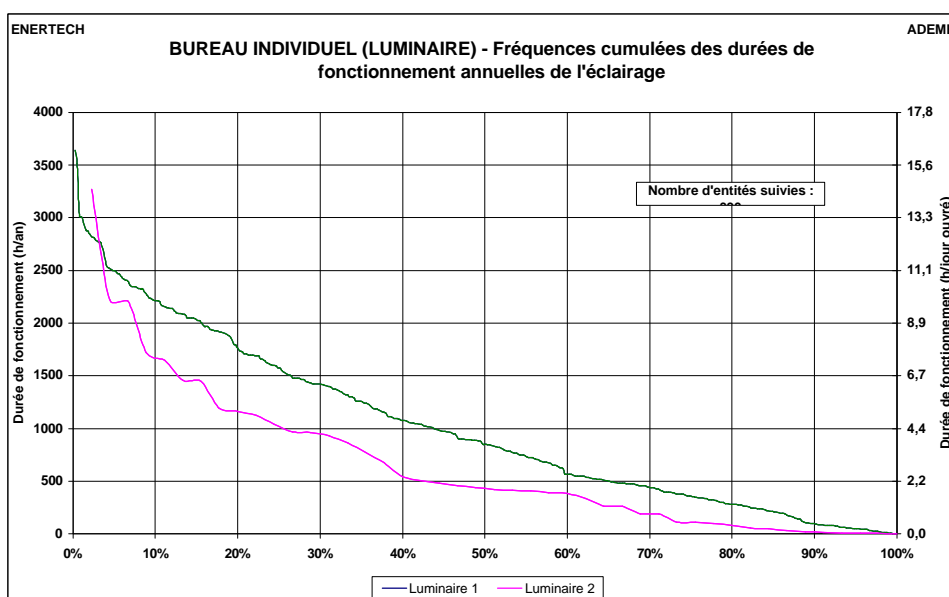


Figure A5.9 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuelles de l’éclairage des bureaux individuel (1 zone et 2 zones confondues)

Si on ne considère que les bureaux comprenant deux zones d'éclairage, la durée moyenne d'allumage de la zone la plus éclairée est égale à 1152 heures par an alors que l'autre zone n'est allumée que 666 heures par an. Dans près de la moitié des bureaux (47%) possédant deux zones, l'écart entre la durée d'éclairage des deux zones est inférieur à 25%. D'un autre côté, dans plus d'un quart des bureaux (27%), cet écart est supérieur à 75%. On comprend donc qu'on rencontre principalement deux types de gestion de l'éclairage :

- la moitié des usagers allument simultanément les deux zones la plupart du temps
- un quart des usagers n'allument qu'une des deux zones

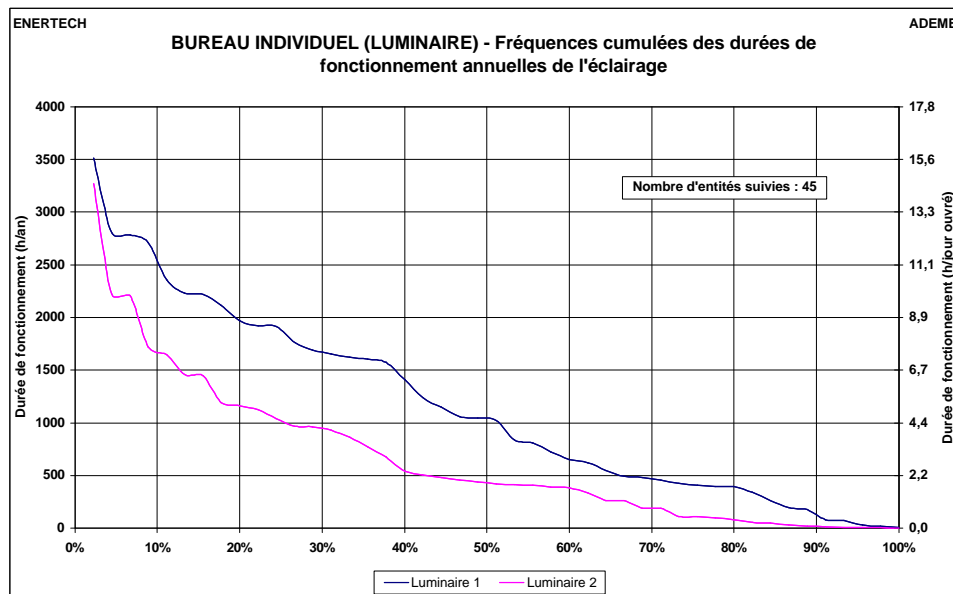


Figure A5.10 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage des bureaux individuels (seulement bureaux à 2 zones)

Le graphique de la figure A5.11 présente pour chaque bureau possédant deux zones d'éclairage la répartition, sur la période de mesures, de la durée d'éclairage de chaque zone. Il précise les conclusions précédentes :

- Dans 47% des bureaux suivis, les deux zones sont allumées simultanément plus de la moitié du temps. Dans plus de 10% des bureaux, c'est pratiquement le seul mode d'éclairage utilisé.
- A l'opposé dans un tiers des bureaux, seule une zone est éclairée pendant plus de la moitié du temps.
- En moyenne sur l'échantillon, 47% de la durée totale d'allumage correspond à l'éclairage simultané des deux zones, 42% à une seule zone et 11% à la seconde. On retrouve donc deux modes d'utilisation de l'éclairage par zone, à savoir celle des deux zones en même temps ou alors d'une seule.

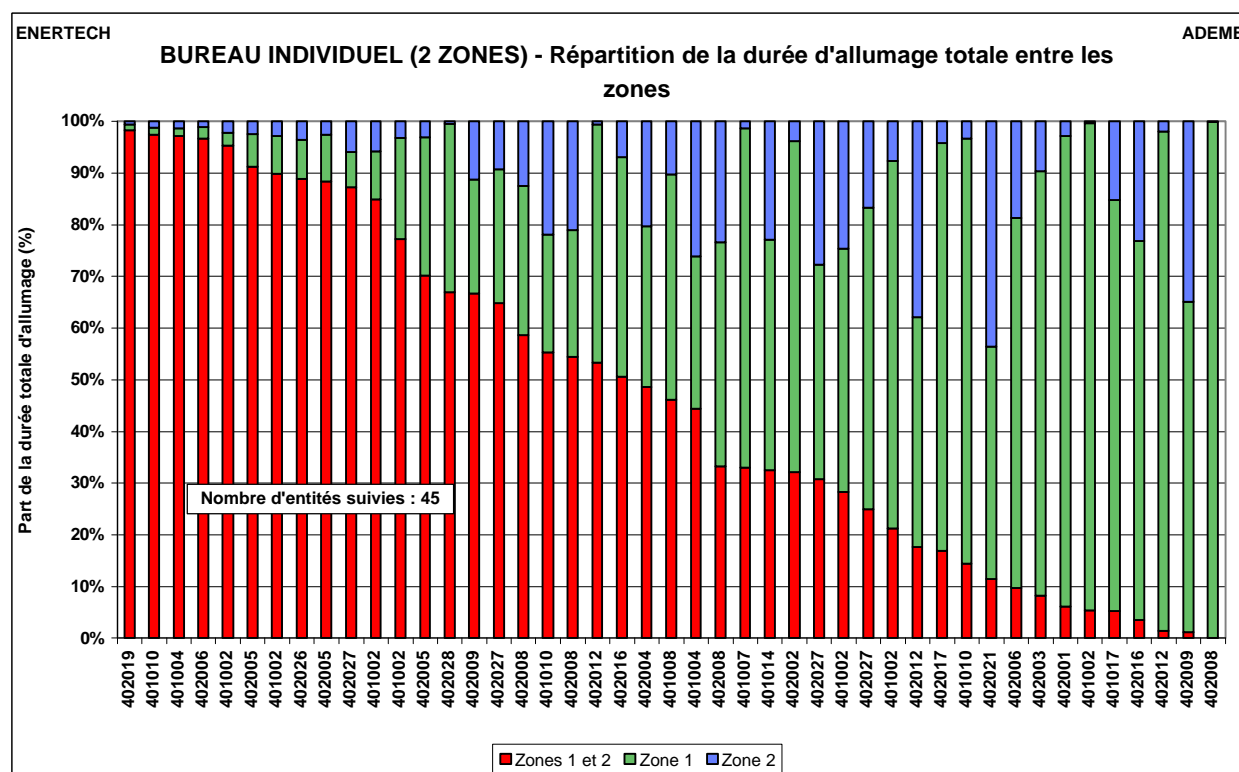
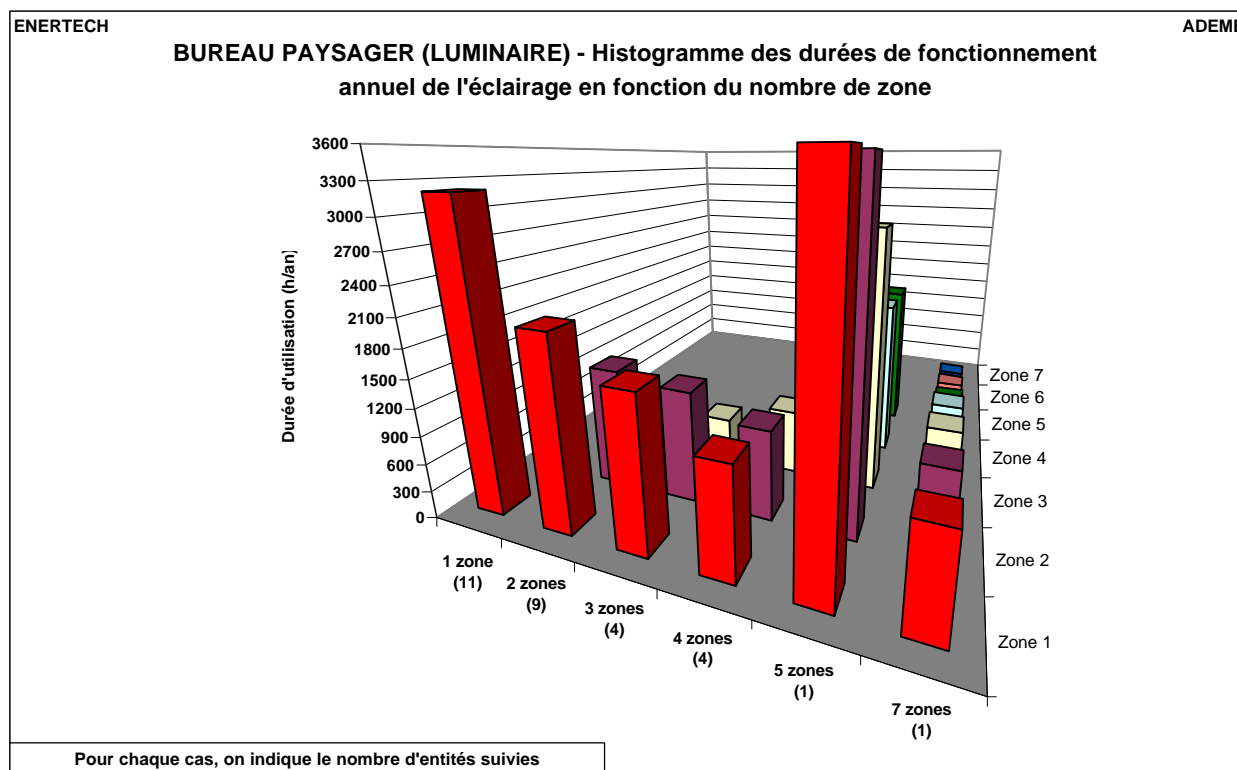


Figure A5.11 : Répartition de la durée totale d'allumage entre les zones – Bureaux individuels

A.5.1.3.2 Plafonnier des bureaux paysagers

Les commentaires de ce paragraphe ne prennent pas en compte le bureau paysager composé de 5 zones car comme on le voit sur le graphique de la figure A5.12, son comportement est très différent des autres.

Globalement plus un bureau paysager contient de zones plus la durée d'éclairage de la zone allumée le plus longtemps diminue. Quand on passe d'une zone à deux, cette durée chute de 36%. Au-delà de deux zones la diminution chute, elle est de l'ordre de 15% supplémentaire pour chaque zone rajoutée. De façon logique la valeur limite est proche de la durée moyenne d'éclairage d'un bureau individuel (environ 1100 heures par an).



		Nombre de zones					
		1 (11)	2 (9)	3 (4)	4 (4)	5 (1)	7 (1)
Durée moyenne annuelle de fonctionnement (h/an)	Zone 1	3206	2058	1645	1164	3585	1051
	Zone 2		1338	1240	986	3554	952
	Zone 3			492	739	2845	842
	Zone 4				105	1813	685
	Zone 5					1757	375
	Zone 6						216
	Zone 7						50

Entre parenthèses est indiqué le nombre de bureaux concernés pour chaque cas

Figure A5.12 : Histogramme des durées de fonctionnement annuel de l'éclairage des différentes zones des bureaux paysagers

A.5.1.3.3 Lampadaire sur pied

A.5.1.3.3.1 Comme éclairage principal

Nous avons suivi 14 bureaux dont l'éclairage principal était assuré par des lampadaires sur pied (dans ces pièces, il n'y avait pas de plafonnier). Cinq de ces bureaux possédaient 2 lampadaires. La durée moyenne d'éclairage des bureaux équipés d'un lampadaire est égal à 1824 heures par an, soit 1,8 fois plus que la durée d'éclairage des bureaux munis d'un plafonnier. Les durées de fonctionnement observées dans les bureaux équipés de deux lampadaires sont de 1610 heures par an pour le plus utilisé et 685 heures par an pour le second.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

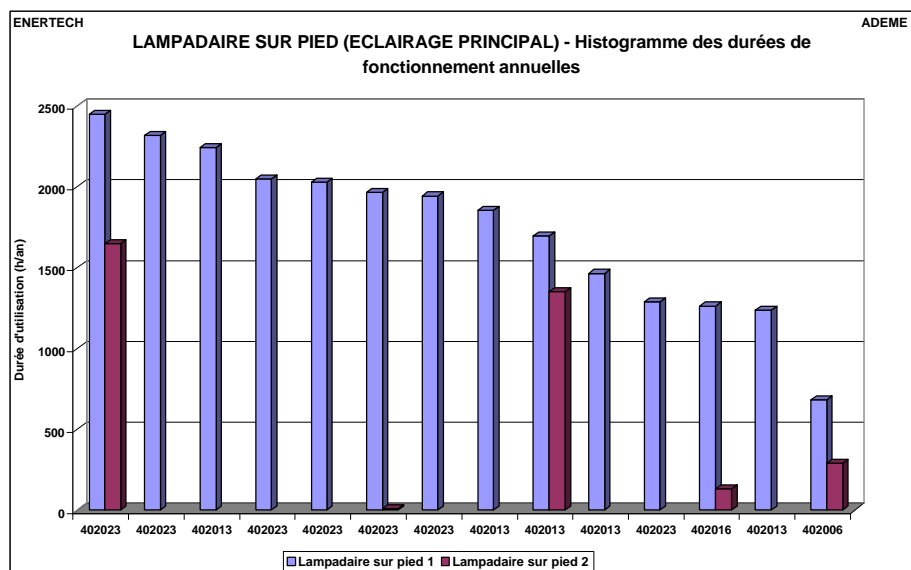


Figure A5.13 : Histogramme des durées de fonctionnement annuel des lampadaires sur pied utilisés comme éclairage principal

A.5.1.3.3.2 Comme éclairage secondaire

On définit un luminaire secondaire comme celui qui vient en sus d'un plafonnier dans un bureau. Comme on le voit sur le graphique de la figure A5.14 les durées de fonctionnement des luminaires secondaires sont quelquefois supérieures aux valeurs observées pour les plafonniers. On voit que les durées de fonctionnement varient beaucoup d'un bureau à l'autre. Ainsi alors que certains utilisateurs, peut-être conscients de la forte consommation de ce type de luminaire, ne les utilisent pratiquement jamais, d'autres l'allument en permanence. Dans les bureaux possédant les trois luminaires sur pied les plus consommateurs (402002, 402030, 402012), les plafonniers sont allumés moins de 80 heures par an. Ces mesures confirment les remarques émises par certains utilisateurs qui disent n'utiliser que leur lampadaire sur pied qui fournit, d'après eux, une lumière moins agressive que celle produite par les plafonniers.

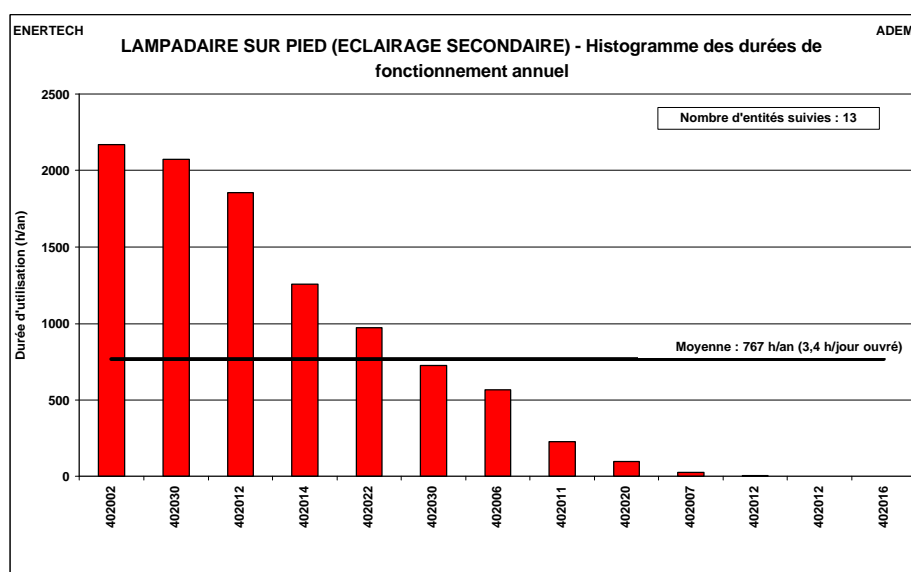


Figure A5.14 : Histogramme des durées de fonctionnement annuel des lampadaires sur pied utilisés comme éclairage secondaire

A.5.1.3.4 Lampe de bureau

Notre échantillon se compose de 154 lampes de bureaux. La durée moyenne de fonctionnement est égale à 489 heures par an (527 heures par an si on ne tient pas compte des lampes qui n'ont jamais été utilisées au cours de la campagne de mesure). Là encore les durées observées varient en fonction des habitudes de l'utilisateur. Alors que 20% ont des durées de fonctionnement supérieures à la durée moyenne d'allumage d'un bureau individuel, 40% sont utilisées moins de 100 heures par an ou encore la moitié, moins d'une heure par jour ouvré.

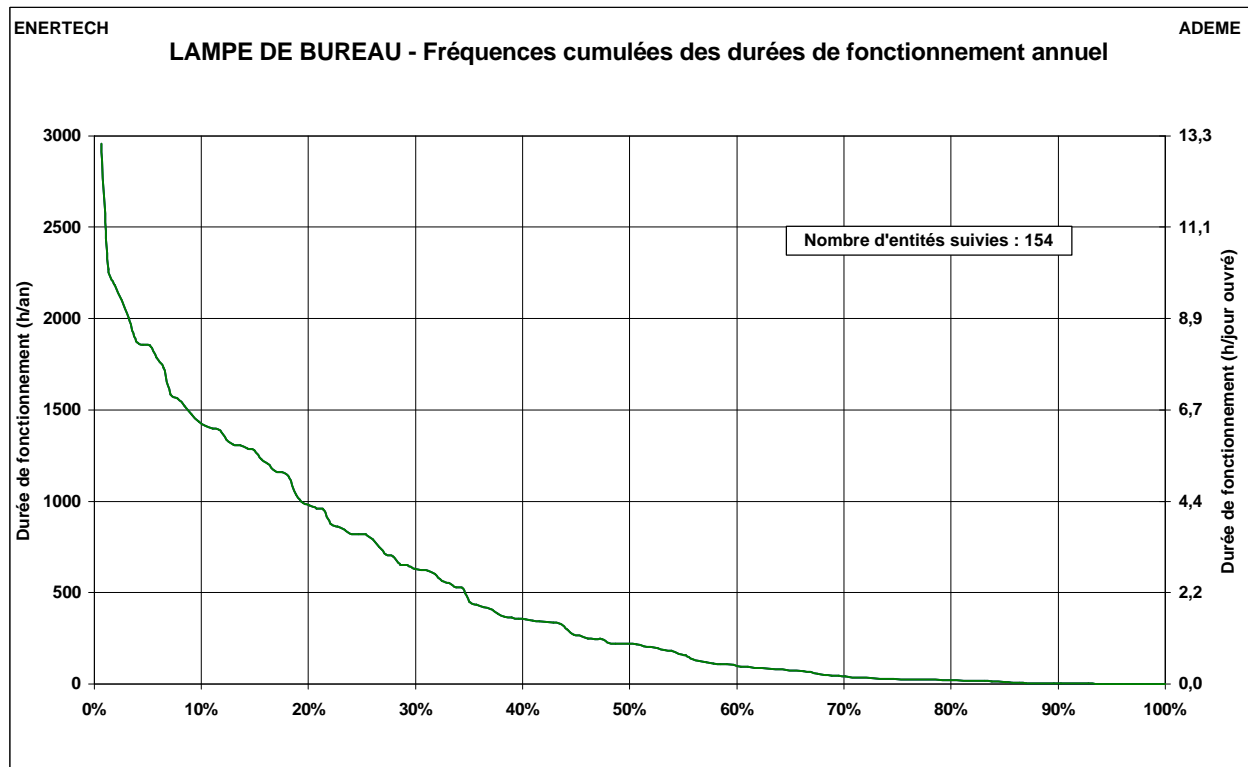


Figure A5.15 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuel des lampes de bureau

Globalement les lampes de bureau sont donc peu utilisées. Ce phénomène peut s'expliquer par les niveaux d'éclairage relevés dans les bureaux. (48% des postes inventoriés lors de l'enquête préliminaire [2] possédaient un niveau d'éclairage supérieur à 300 lux). L'éclairage procuré par le plafonnier est donc la plupart du temps suffisant et rend la lampe de bureau superflue.

Comme on le remarque sur le graphique de la figure A5.16, la durée de fonctionnement varie très peu en fonction de la source : les lampes de bureau équipées d'ampoule à incandescence (source dont la durée d'utilisation est la plus importante) fonctionnent environ 15% de plus que celles munies d'ampoule halogène (correspondant à la durée d'utilisation la plus faible).

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

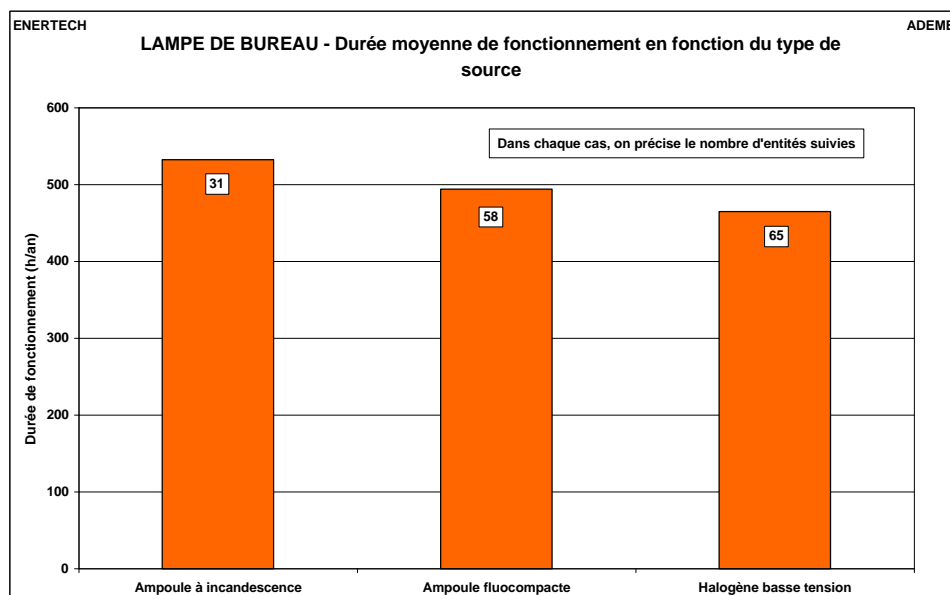


Figure A5.16 : Durée moyenne de fonctionnement en fonction du type de source lumineuse – Lampe de bureau

A.5.1.4 Saisonnalité

A.5.1.4.1 Bureau individuel

La durée quotidienne de l'éclairage varie, en fonction du mois, dans une fourchette de $\pm 49\%$ au cours de l'année, la durée moyenne de fonctionnement étant de 4,5 heures par jour. Comme on l'a déjà expliqué dans le paragraphe 1.3.3 (*Méthode d'annualisation des consommations d'éclairage*), on observe un comportement linéaire au cours de la période de mesures, à l'exception des périodes 21/12/03 – 20/01/04 et 21/02/04 – 20/03/04 qui correspondent à des vacances scolaires pendant lesquelles le taux d'occupation des bureaux diminue. On va voir par la suite qu'on retrouve ce profil pour les différents types de locaux suivis.

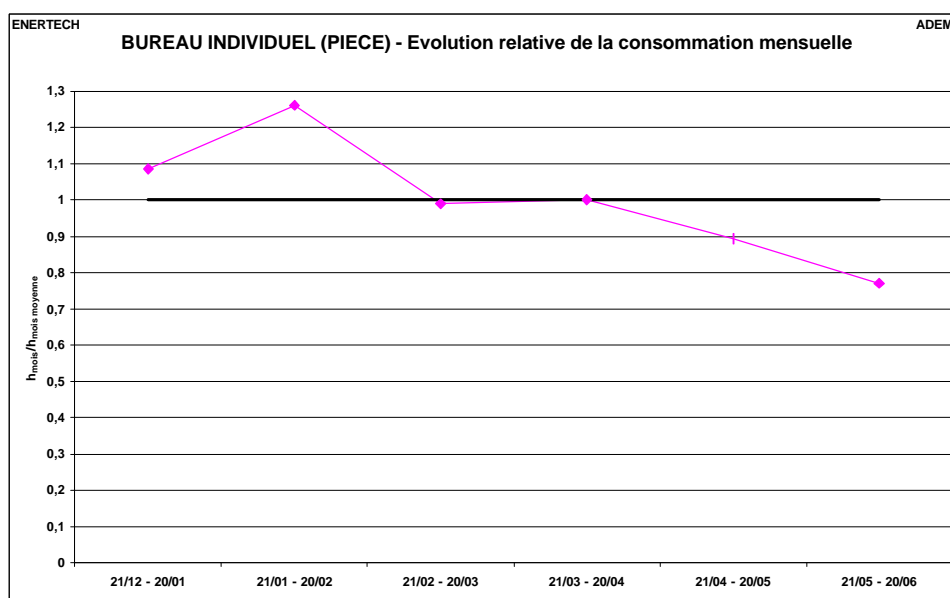


Figure A5.17 : Evolution relative de la consommation mensuelle – Bureau individuel

A.5.1.4.2 Bureau paysager

La saisonnalité, dans le cas des bureaux paysagers, est beaucoup moins marquée que pour les bureaux individuels. Comme on le voit sur le graphique de la figure A5.18, l'écart observé entre le maximum et le minimum est de seulement 18%. La durée moyenne de fonctionnement sur la période est égale à 9,6 heures par jour.

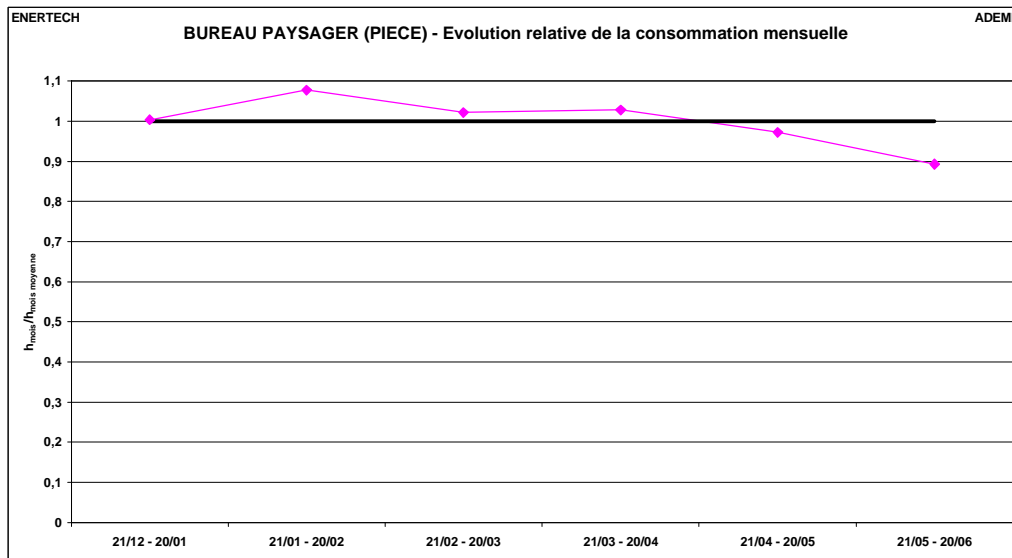


Figure A5.18 : Evolution relative de la consommation mensuelle – Bureau paysager

A.5.1.4.3 Lampe de bureau

Les lampes de bureaux sont beaucoup plus utilisées en hiver. La durée de fonctionnement en été se stabilise aux alentours de 85% du temps de fonctionnement moyen sur la période de mesures (1,8 heures par jour).

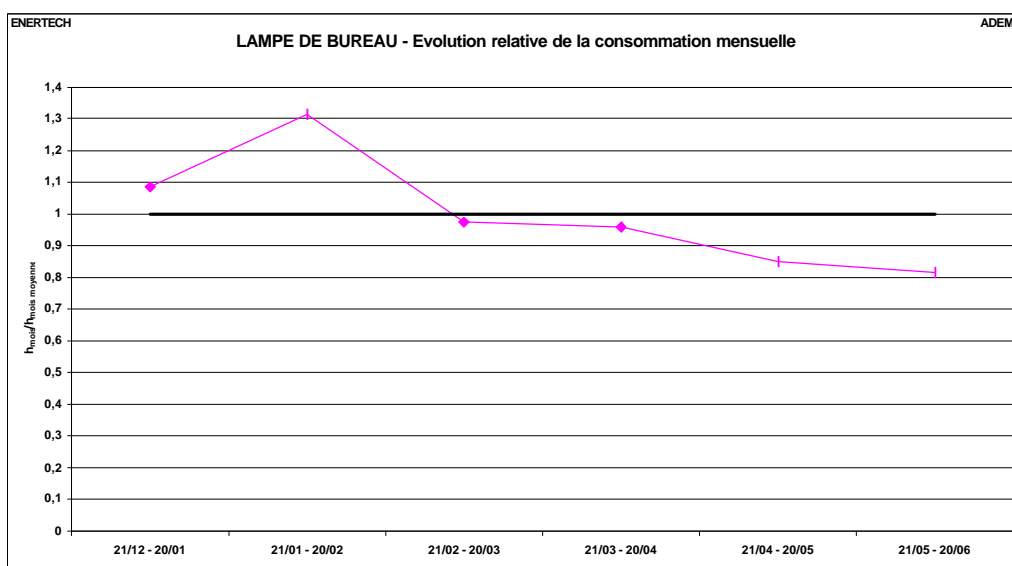


Figure A5.19 : Evolution relative de la consommation mensuelle – Lampe de bureau

A.5.1.5 Courbes de charges

NB : Pour l'ensemble des représentations des courbes de charge on a considéré deux périodes :

- *Hiver : moyenne sur la période du 21/01/04 au 20/02/04. Ce n'est pas le mois où les jours sont les plus courts mais il est impossible d'utiliser les données contenant fin décembre car les résultats sont faussés par la présence de vacances.*
- *Été : moyenne sur la période du 21/05/04 au 20/06/04 ce qui correspond au mois de notre période de mesures où les jours sont les plus longs.*

On a utilisé les données des jours ouvrés, à savoir du lundi au vendredi (hors jours fériés).

Les calculs sont effectués à partir des durées d'éclairage par pièce (durée pendant laquelle au moins un luminaire fonctionne dans une pièce)

A.5.1.5.1 Bureau individuel

Le graphique de la figure A5.20 représente la courbe de charge horaire d'éclairage en hiver et en été. Quelle que soit la saison, dès 5 heures, l'éclairage est actionné dans certains bureaux mais ce n'est qu'à 10 heures qu'il atteint son maximum, à savoir 60% en hiver et 30% en été. On remarque qu'un tiers des bureaux allumés le matin sont éteints au moment de la pause déjeuner. L'après-midi, seule la moitié de ceux qui ont été éteints à midi sont rallumés. Une baisse progressive de l'éclairage s'amorce dès 17 heures et l'ensemble des bureaux est éteint à 23 heures.

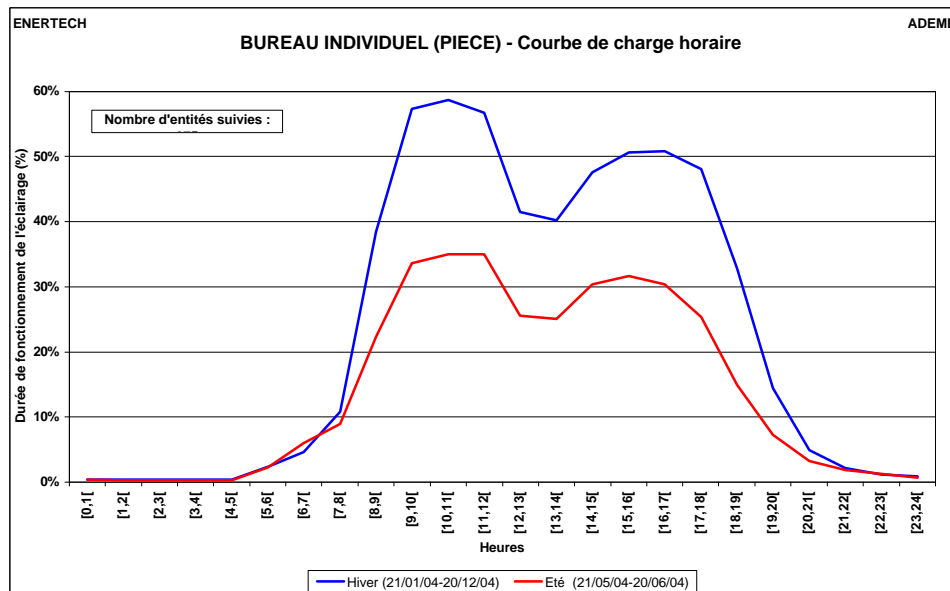


Figure A5.20 : Courbe de charge horaire – Bureaux individuels

La saison n'a aucune influence sur le profil de fonctionnement le matin avant 8 heures et le soir après 20 heures ce qui est logique étant donné que, quelle que soit la période de l'année, l'éclairage naturel n'est pas suffisant dans ces créneaux horaires. Au cours de la journée, seuls 40% des luminaires utilisés en hiver sont en fonctionnement en été.

On voit aussi que les oublis d'extinction sont très rares (la durée de fonctionnement de l'éclairage est de 0% entre minuit et 5 heures).

A.5.1.5.2 Bureau paysager

Le taux d'activation de l'éclairage des bureaux paysagers est très supérieur à celui des bureaux individuels. Ainsi en hiver le matin, alors qu'il est de 90% dans les bureaux paysagers, il n'est que de 60% dans les bureaux individuels. L'arrêt au moment de la pause de midi est aussi moins marqué. Les oublis d'extinction sont un peu plus fréquents (durée de fonctionnement de l'éclairage la nuit de 2%).

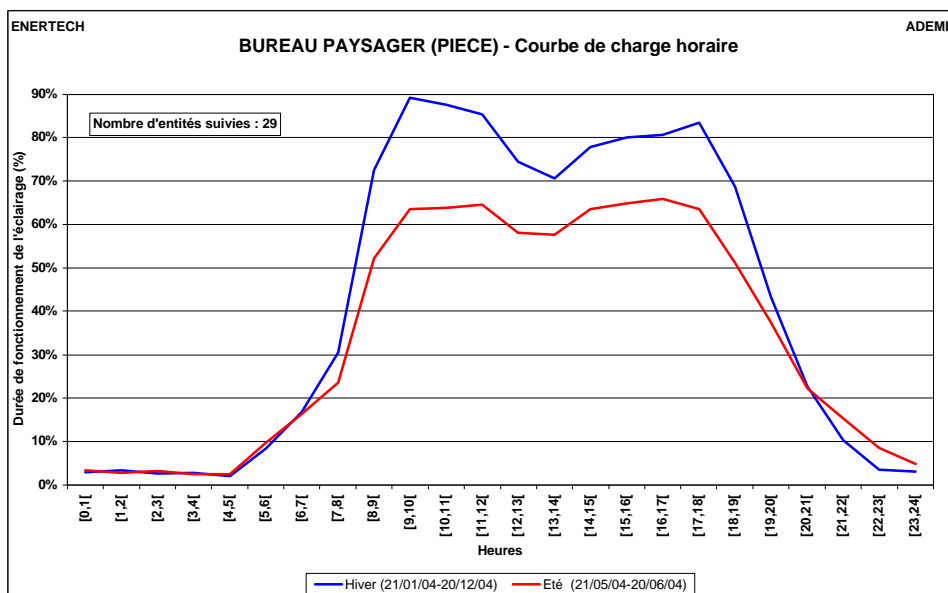


Figure A5.21 : Courbe de charge horaire – Bureaux paysagers

A.5.1.5.3 Lampe de bureau

Les lampes de bureaux sont moins utilisées que l'éclairage principal. Leur durée de fonctionnement vaut environ la moitié de celle de l'éclairage principal des bureaux individuels. Elles présentent une courbe de charge pratiquement symétrique par rapport à 13 heures, c'est à dire qu'elles sont autant utilisées l'après-midi que le matin.

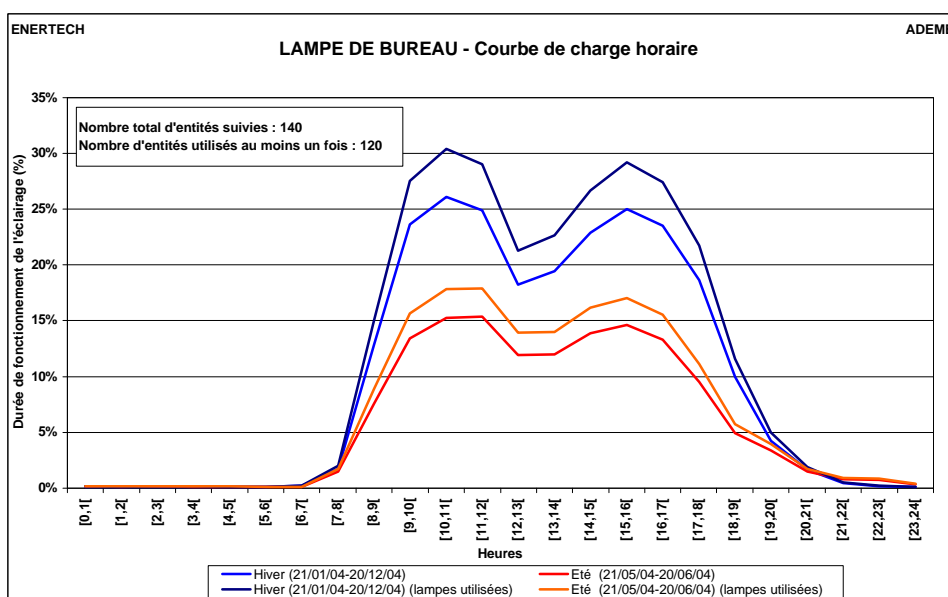


Figure A5.22 : Courbe de charge horaire – Lampes de bureaux

A.5.1.6 Analyse des cycles d'allumages

A.5.1.6.1 Bureau individuel

Le nombre moyen d'allumages et d'extinctions par jour ouvré est pour un bureau individuel à une zone de 1,8 et pour un bureau à deux zones de 2,0 et 1,3. Les durées moyennes de ces cycles sont respectivement 2,5, 3,3 et 2,1 heures. Les graphiques de la figure A5.23 nous renseignent sur la durée de l'ensemble des cycles observés.

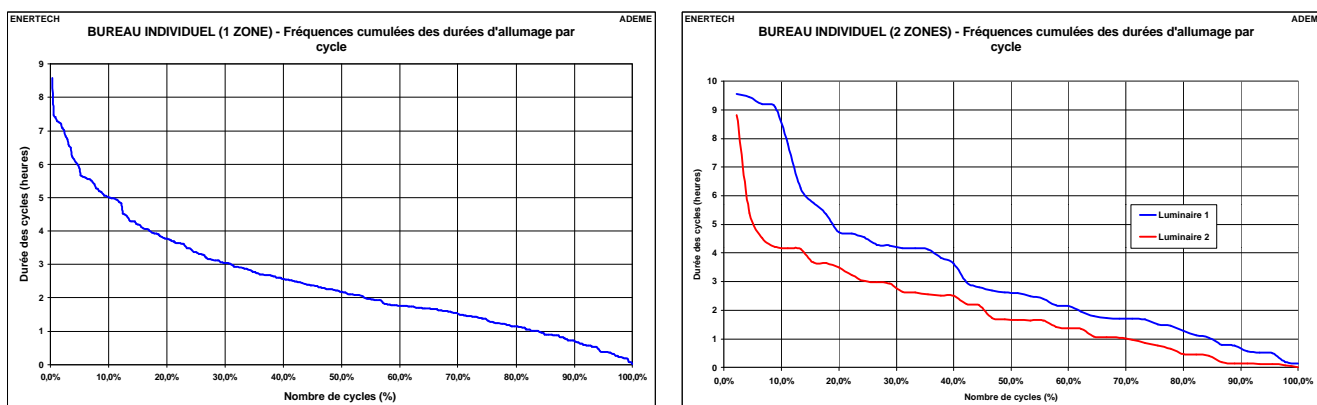


Figure A5.23 : Fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle – Bureau individuel

On voit que les cycles sont plutôt courts. En effet, la moitié a une durée inférieure à 2 heures (2,5 heures pour la zone possédant la durée d'allumage maximale dans les bureaux à double commande). De plus la durée maximale d'allumage observée est de 9 heures 30 ce qui signifie qu'il n'y a eu aucun oubli d'extinction toute une nuit et qu'aucun bureau n'est resté éclairé une journée entière (8 – 18 heures). Le tableau de la figure A5.24 donne l'évolution du nombre et de la durée des cycles d'allumage en fonction de la saison. On voit que, de façon surprenante, la durée des cycles est supérieure en été qu'en hiver. Cela se vérifie particulièrement pour les bureaux comprenant deux zones (la durée moyenne d'un cycle double pour la zone la plus souvent allumée). Une explication possible est que du fait d'une forte luminosité extérieure, les usagers oublient que l'éclairage artificiel fonctionne et ne l'éteignent donc pas. Par contre le nombre de cycles est divisé par 2.

	Durée cycle été/durée cycle hiver	Nombre cycle été/Nombre cycle hiver
Bureau 1 zone	1,1	0,5
Zone 1 (maximum en hiver)	2,0	0,6
Zone 2 (minimum en hiver)	1,8	1,0

Hiver : période du 21/01/04 au 20/02/04 et été : période du 21/05/04 au 20/06/04

Figure A5.24 : Evolution du nombre de cycle en fonction de la saison

A.5.1.6.2 Bureau paysager

Dans les bureaux paysagers on dénombre en moyenne 1,6 cycles par jour. La durée moyenne d'un cycle est de 4,4 heures, soit 75% plus long qu'un cycle de bureau individuel. 20% des cycles a une durée supérieure à 7heures. Cependant, même si on observe moins de

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

cycles courts que dans les bureaux individuels, les cycles de durée inférieure à 2 heures représentent tout de même 30% du total. La durée des cycles est identique quelle que soit la saison mais le nombre de cycles est divisé par 1,7.

Comme pour les bureaux individuels, l'éclairage n'a jamais fonctionné une nuit entière.

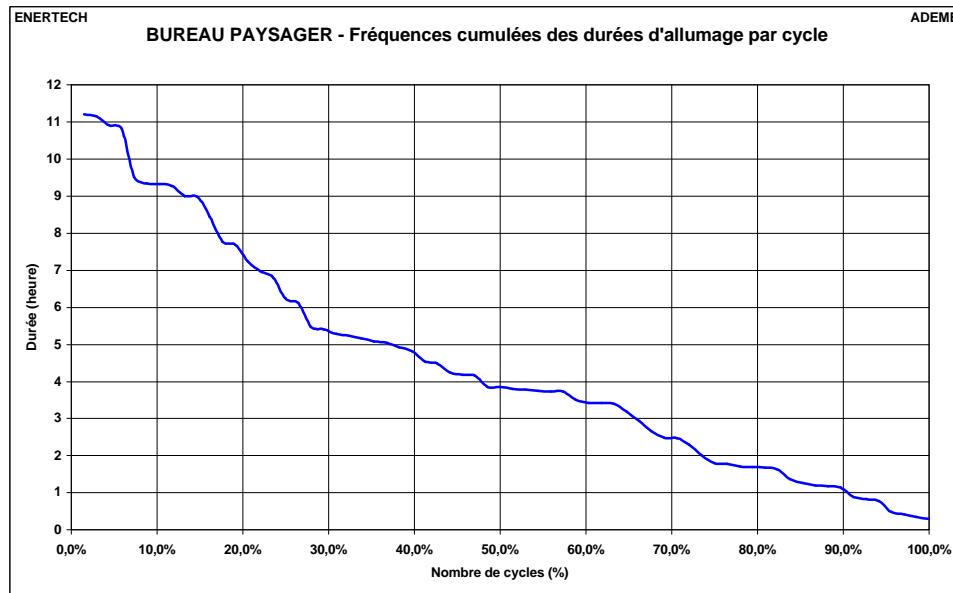


Figure A5.25 : Fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle – Bureau paysager

A.5.1.6.3 Lampe de bureau

La durée d'un cycle de fonctionnement de lampe de bureau est égale à la durée d'un cycle de plafonnier de bureau individuel, soit 2,5 heures. Cependant, le nombre d'occurrences est moins élevé (0,8 allumage par jour). Les lampes de bureau semblent donc être utilisées de façon moins systématiquement que l'éclairage principal. On voit sur le graphique de la figure A5.26 que la répartition des cycles d'allumage des lampes de bureau et des plafonniers de bureaux individuels est assez proche.

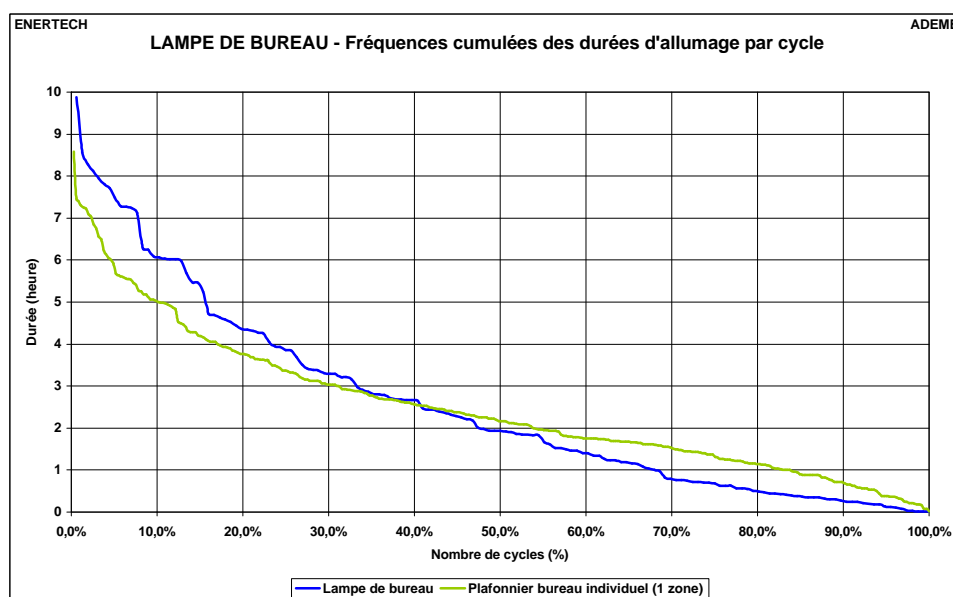


Figure A5.26 : Fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle – Lampe de bureau

On observe légèrement plus de cycles longs (de durée supérieure à 2,5 heures) pour les lampes de bureau. La durée moyenne des cycles en été est inférieure de 10% à la valeur observée en hiver et le nombre de cycles chute de 30%.

A.5.1.7 Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées

A.5.1.7.1 Bureau individuel

Sur le graphique de la figure A5.27, on voit que dans plus de 80% des bureaux la durée de fonctionnement de l'éclairage en dehors des heures ouvrées est inférieure à 10%. On peut de plus penser que l'essentiel de ce fonctionnement ne correspond pas à des oublis mais à une utilisation par des employés qui travaillent.

Dans un quart des bureaux, les luminaires ont marché au moins une fois à minuit au cours de la période de mesures. Mais l'utilisation de l'éclairage à cette heure est rare : dans tous les cas, à l'exception d'un bureau, il représente moins de 10% des nuits.

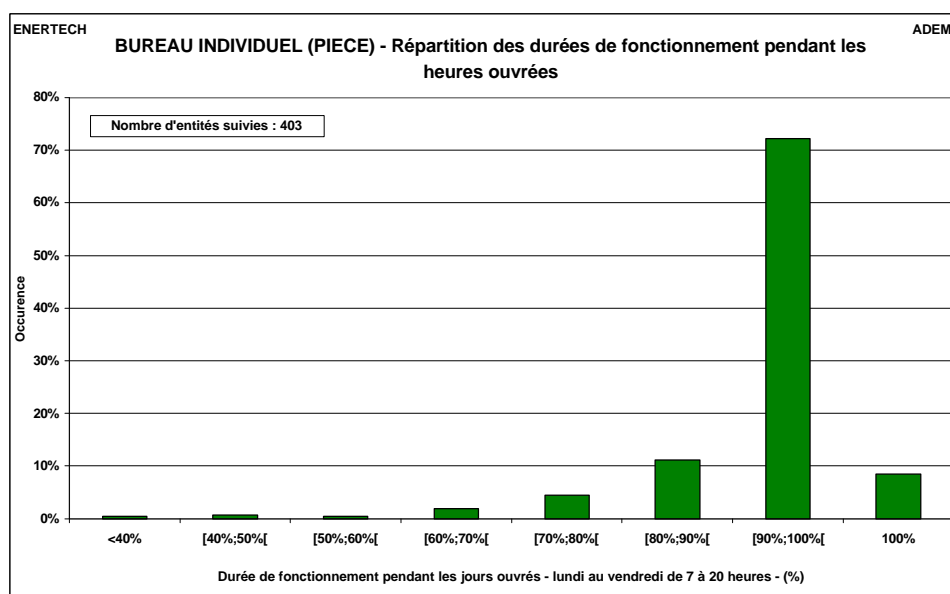


Figure A5.27 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – bureaux individuels

A.5.1.7.2 Bureau paysager

On observe plus régulièrement un fonctionnement en dehors des heures ouvrées pour les bureaux paysagers. Ce phénomène est logique puisqu'il suffit qu'une personne du bureau paysager travaille en dehors des heures ouvrées pour que le bureau reste éclairé. Or comme le nombre d'employés est plus important dans un bureau paysager, la probabilité que quelqu'un travaille en dehors de la plage horaire conventionnelle est plus grande. Dans 61% des bureaux, l'éclairage a fonctionné au moins une fois à minuit.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

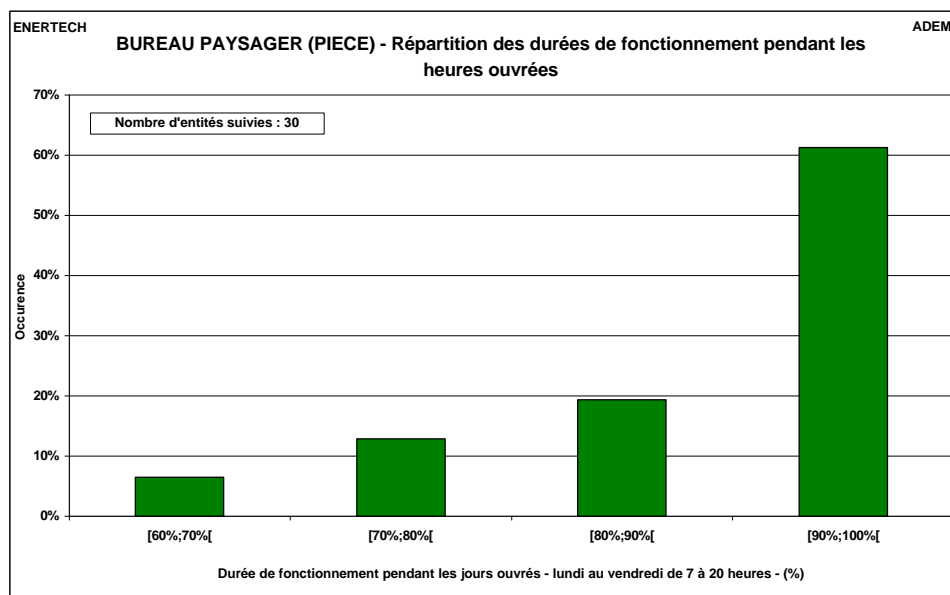


Figure A5.28 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – bureaux paysagers

On peut donc conclure que comme personne ne se sent responsable de l'extinction de l'éclairage dans un bureau paysager les oublis de coupure en fin de journée sont plus fréquents que dans les bureaux individuels.

A.5.1.8 Consommation moyenne annuelle

A.5.1.8.1 Consommation surfacique

La consommation moyenne surfacique d'électricité pour l'usage éclairage dans les pièces de bureaux s'élève, sur notre échantillon, à 14,6 kWh/m².an. Comme on le voit sur l'histogramme de la figure A5.29, ces consommations varient dans un rapport 1 à 55.

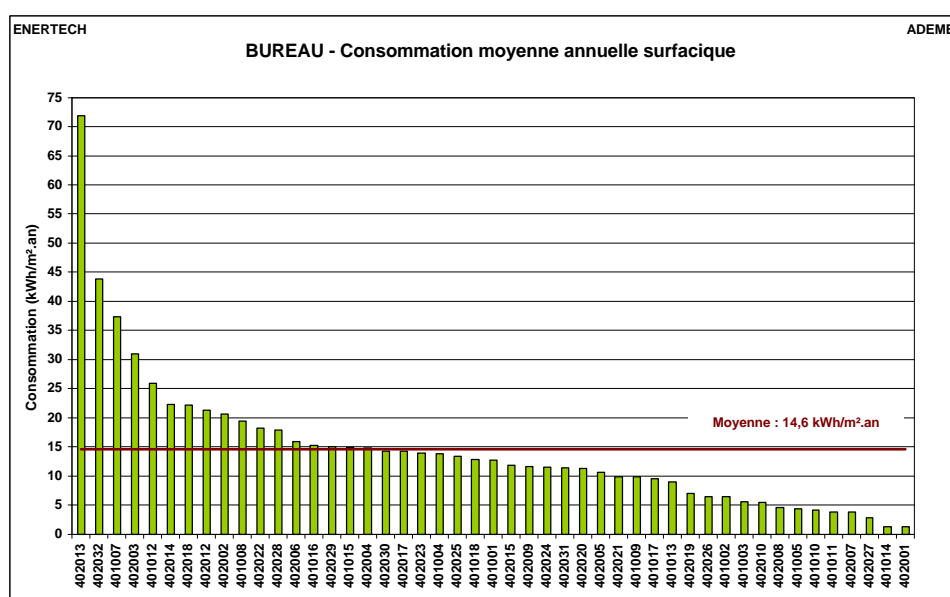


Figure A5.29 : Consommation moyenne annuelle surfacique - Bureaux

Cependant, dans la moitié des bureaux, cette consommation est comprise entre 10 et 20 kWh/m².an. Les deux bureaux les plus consommateurs sont des espaces paysagers munis d'une seule commande (pas de zone) dans lesquels l'éclairage fonctionne toute la journée. L'entreprise 402013 utilise en complément de cet éclairage des lampadaires halogènes de forte puissance. On retrouve ce type de source (appliques halogènes et spots halogènes basse tension) dans la troisième entreprise la plus consommatrice (401007).

A l'autre bout de l'échelle, on trouve une entreprise qui possède des locaux très grands qui possède une consommation par m² très faible. Dans les deux entités suivantes (401014 et 402027), les durées d'utilisation de l'éclairage artificiel sont faibles, dans un cas du fait d'un faible taux d'occupation annuel (bâtiment d'enseignement) et dans l'autre grâce d'une part à des bureaux très vitrés, d'autre part à une heure de fin de travail inférieure à celle de la plupart des entreprises suivies.

Le graphique de la figure A5.30 indique les variations de la consommation annuelle surfacique en fonction de la taille de l'entreprise. Grâce à ces valeurs, on peut calculer la consommation annuelle moyenne surfacique au niveau de la Région PACA. La méthode utilisée pour obtenir ce résultat est explicitée dans l'enquête préliminaire [2]. Cette consommation moyenne est très proche pour toutes les classes d'effectif, à l'exception de l'intervalle 50-99 personnes. Nous ne possédons aucune explication à ce phénomène. Quoiqu'il en soit l'échantillon est trop faible pour être représentatif (5 entreprises).

La **moyenne** obtenue au niveau **régional** est exactement égale à la valeur moyenne de l'échantillon, soit **14,6 kWh/m².an**.

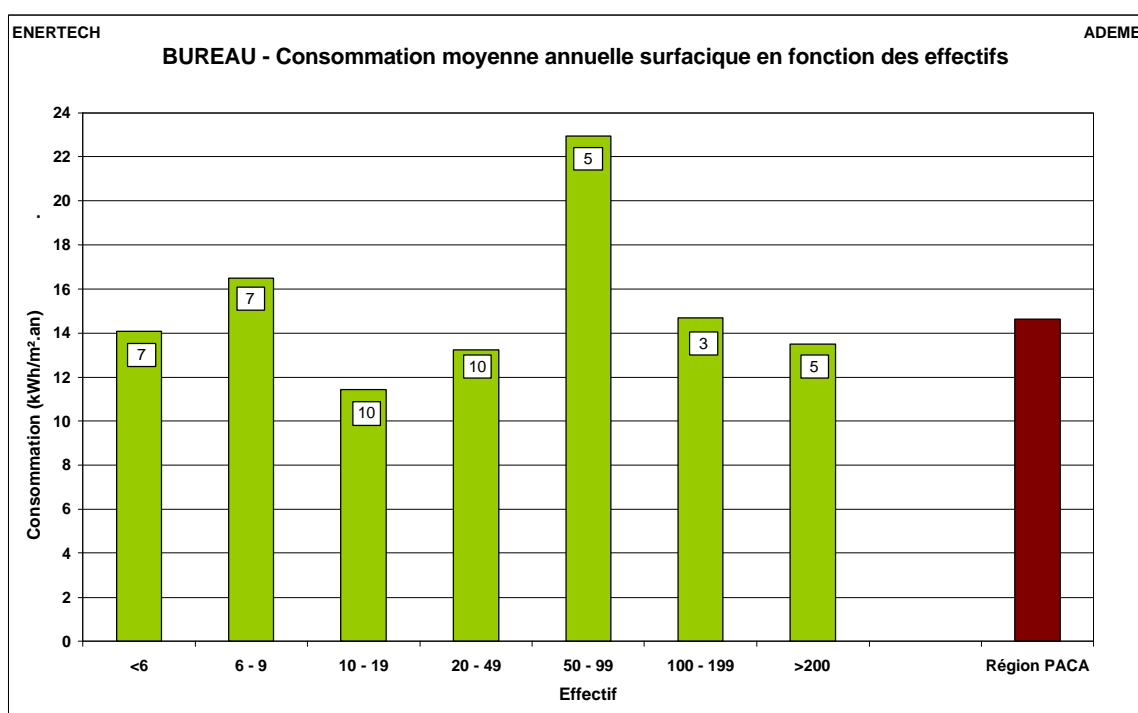


Figure A5.30 : Consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des effectifs - Bureaux

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

Sur le graphique de la figure A5.31, on donne la répartition de la consommation en fonction des sources lumineuses utilisées. Dans les pièces de bureaux, en terme de consommation, deux technologies dominent. L'essentiel (81%) de la consommation correspond à des tubes fluorescents et pratiquement tout le reste va à l'halogène. La part des ampoules à incandescence et fluocompactes est négligeable. Enfin, la consommation des lampes de bureau (toutes technologies confondues) ne représente que 3% du total.

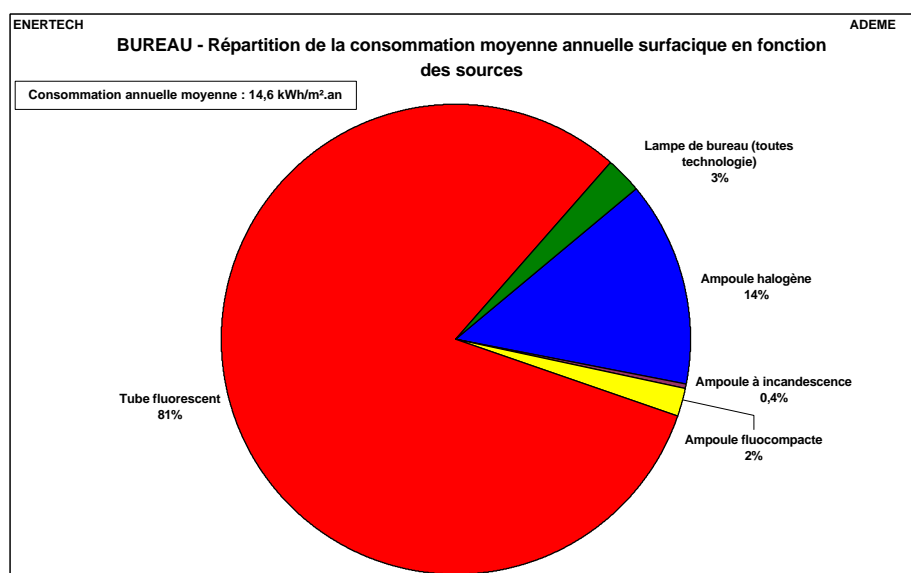


Figure A5.31 : Répartition de la consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des sources - Bureaux

A.5.1.8.2 Consommation par personne

En moyenne au niveau **régional**, la consommation moyenne d'éclairage pour une **pièce de bureau** est égale à **369 kWh/personne.an**. La valeur moyenne obtenue au niveau de l'échantillon est inférieure de 2% (361 kWh/personne.an). La consommation maximale observée vaut 94 fois la valeur minimale ! Mais dans près des deux tiers des entreprises, la consommation d'éclairage des pièces de bureaux est inférieure à 200 kWh/personne.an.

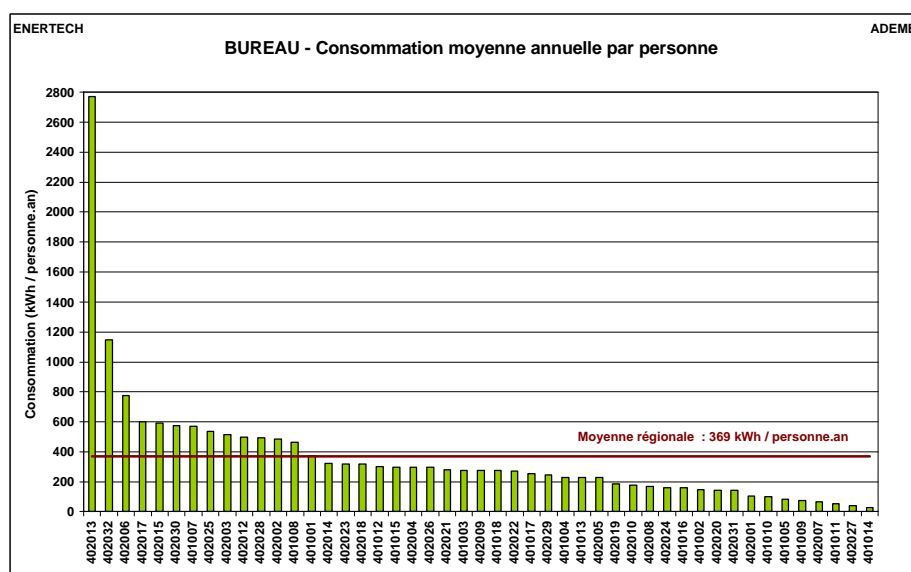
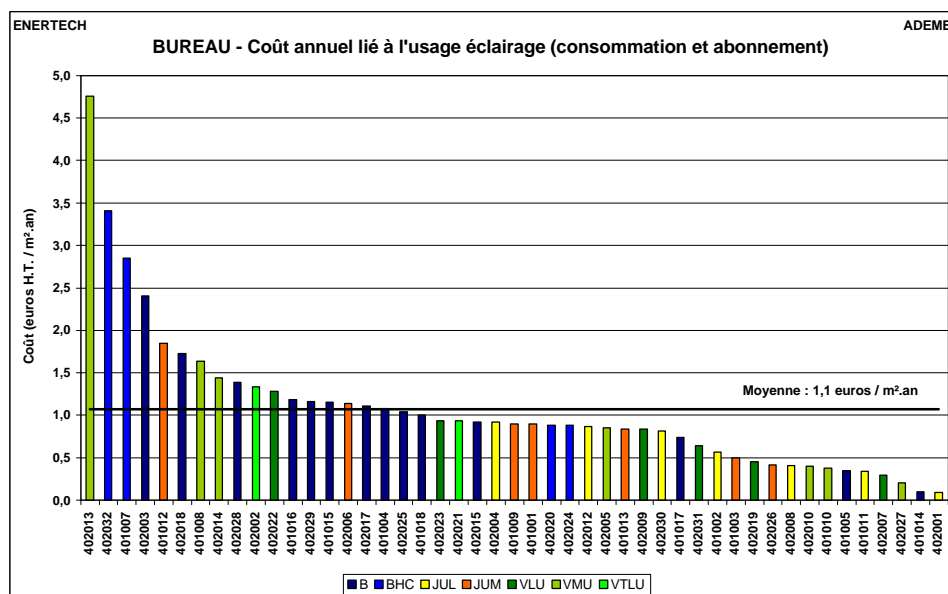


Figure A5.32 : Consommation moyenne annuelle par personne - Bureaux

A.5.1.9 Coût

A.5.1.9.1 Coût surfacique

Le coût annuel moyen, tous tarifs confondus, s'élève à 1,1 euros/m².an. Le tableau de la figure A5.34 donne les coûts moyens et la répartition entre abonnement et consommation pour les différents tarifs.



B : Bleu, BHC : Bleu Heures Creuses, JUM : Jaune Utilisations Moyennes, JUL : Jaune Utilisations Longues, VCU : Vertes Courtes Utilisations, VMU : Vert Moyennes Utilisations, VLU : Vert Longues Utilisations, VTLU : Vert Très Longues Utilisations.

Figure A5.33 : Coût surfacique annuel lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) - Bureaux

On voit que la part du coût lié à l'abonnement est beaucoup plus importante pour l'éclairage que ce qu'elle était pour la bureautique et l'informatique. Dans un cas, le coût de l'abonnement dépasse même celui de la consommation (tarif vert très longues utilisations pour lequel l'abonnement est très onéreux). Pour les autres tarifs, l'abonnement représente entre 10 et 30% du coût total.

Tarif	Coût total/m ² .an (euros H.T.)	Part de la consommation (%)	Part de l'abonnement (%)	Nombre d'entreprises concernées
Bleu	1,1	100%	- (*)	14
Bleu Heures creuses	2,0	100%	- (*)	4
Jaune moyennes utilisations	0,9	90%	10%	7
Jaune longues utilisations	0,6	70%	30%	7
Vert moyennes utilisations	1,4	77%	23%	7
Vert longues utilisations	0,7	70%	30%	6
Vert très longues utilisations	1,1	45%	55%	2

* : pour les tarifs bleus, nous n'avons pas calculé de coût d'abonnement

Figure A5.34 : Coût moyen, répartition abonnement/consommation en fonction du tarif - Bureaux

A.5.1.9.2 Coût par personne

En moyenne sur l'échantillon, l'éclairage des pièces de bureaux revient à 26 euros/personne.an. Dans une entreprise ce coût s'élève à 184 euros/personne.an, soit 2 fois plus que celui de l'entité qui se place en seconde position du classement !

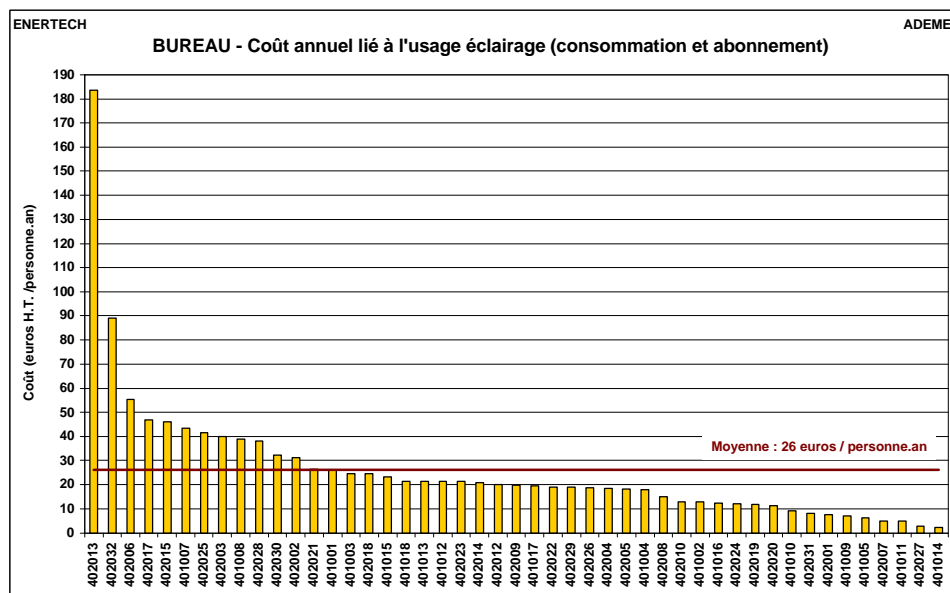


Figure A5.35 : Coût annuel par personne lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) - Bureaux

A.5.2 L'ECLAIRAGE DES CIRCULATIONS

A.5.2.1 Etude des sources lumineuses employées

Dans les circulations, tout comme dans les bureaux, c'est l'éclairage par tubes fluorescents qui prédomine (54%). Mais les autres technologies (incandescence, ampoules fluocompacte et halogène) sont plus courantes. De plus, dans 16% des circulations, les circuits d'éclairage comportent des luminaires utilisant différentes technologies (halogènes et tubes fluorescents, ampoules fluocompactes et halogènes basse tension...). Les types de luminaires employés sont plus variés que dans les bureaux où les trois quarts des pièces sont éclairés par seulement trois modèles distincts.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

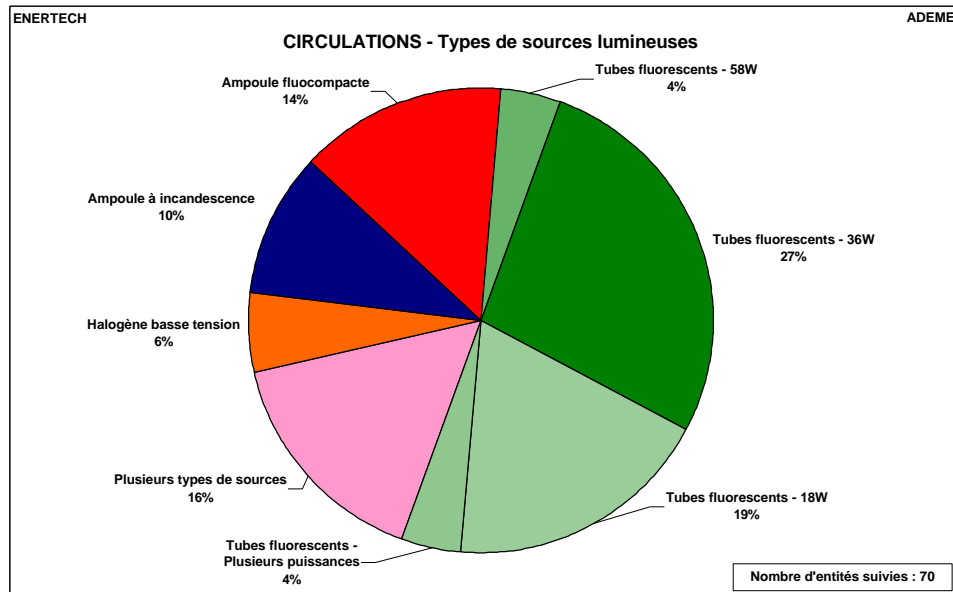


Figure A5.36 : Répartition des types des sources lumineuses employées pour l'éclairage des circulations en fonction du nombre total de sources lumineuses

A.5.2.2 Durée annuelle d'éclairage

A.5.2.2.1 Couloir

La durée moyenne de fonctionnement de l'éclairage d'un couloir est égale à 2740 heures, soit 10,8 heures par jour ouvrable. Dans un établissement, les couloirs sont allumés en permanence, c'est pourquoi la durée de fonctionnement maximum donnée sur le graphique A5.37 est supérieure à 24 heures par jour ouvrable. Rappelons qu'un jour ouvrable est un jour où le lieu de travail est susceptible d'être occupé, c'est à dire n'importe quel jour de l'année sauf les samedis, dimanches et jours fériés

Tous les couloirs sont commandés par interrupteur.

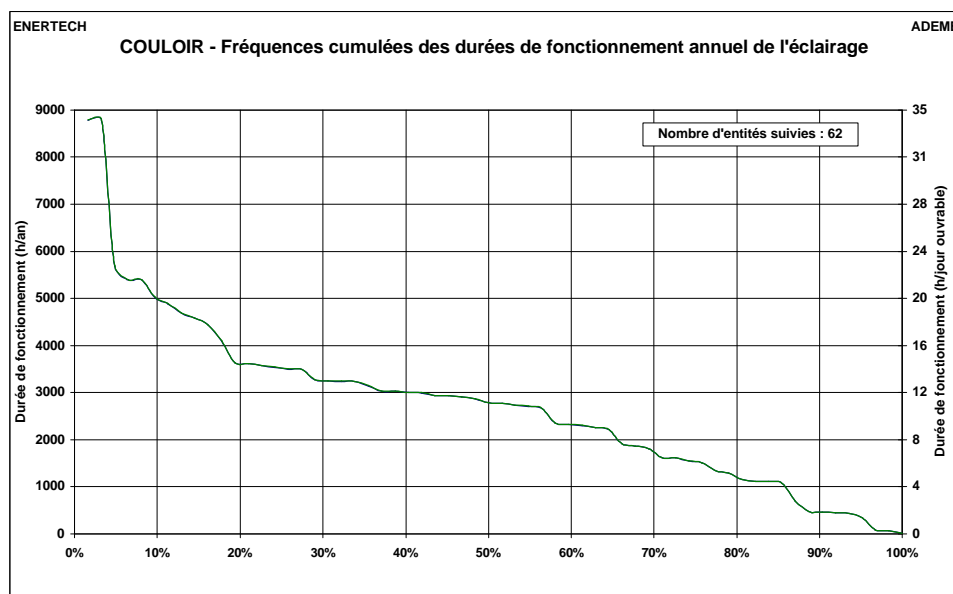


Figure A5.37 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuel de l'éclairage dans les couloirs

A.5.2.2.2 Escalier

Les cages d'escaliers sont annuellement éclairées 1125 heures. On distingue sur l'histogramme de la figure A5.38 deux groupes : les escaliers allumés plus de neuf heures par jour ouvrable (38% de notre échantillon) et ceux dont la durée moyenne d'éclairage ne dépasse pas 1,5 heures par jour ouvrable. Les durées ne sont pas fonction, comme on pourrait le penser, des caractéristiques de l'escalier (borgne ou bénéficiant d'éclairage naturel). En effet, l'escalier qui reste allumé le plus longtemps bénéficie d'éclairage naturel et à l'inverse, 3 des 5 montées d'escaliers possédant les durées d'éclairage les plus faibles sont des espaces borgnes. Enfin la montée d'escaliers qui présente le temps d'allumage le plus faible est équipé d'une minuterie (temporisation : 3,3 minutes) et possède aussi de larges ouvertures sur l'extérieur.

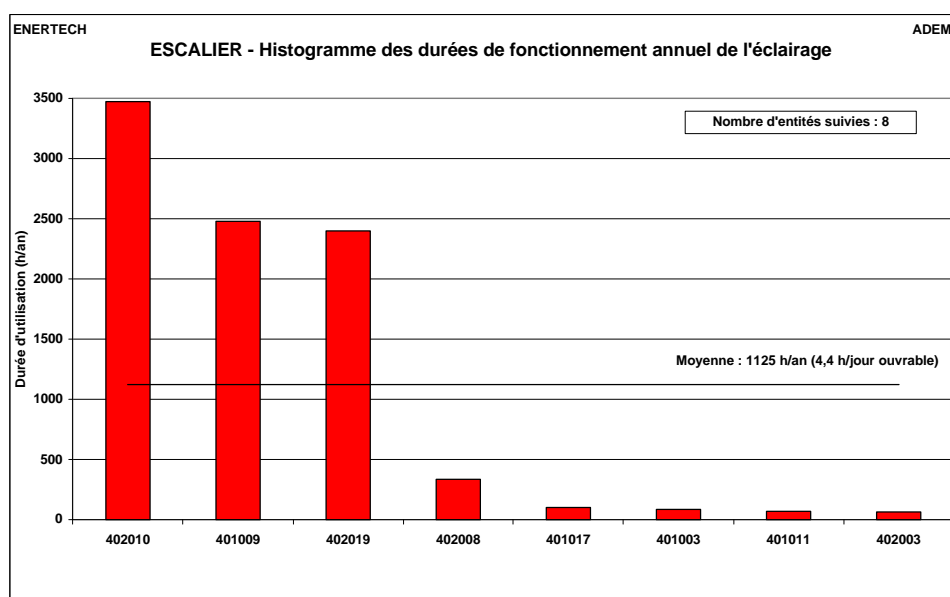


Figure A5.38 : Histogramme des durées de fonctionnement annuel de l'éclairage dans les escaliers

A.5.2.2.3 Durée annuelle d'éclairage par source

Les durées de fonctionnement varient dans un rapport 1 à 4,5 en fonction du type de source. Les sources les plus sollicitées sont aussi les plus efficaces.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

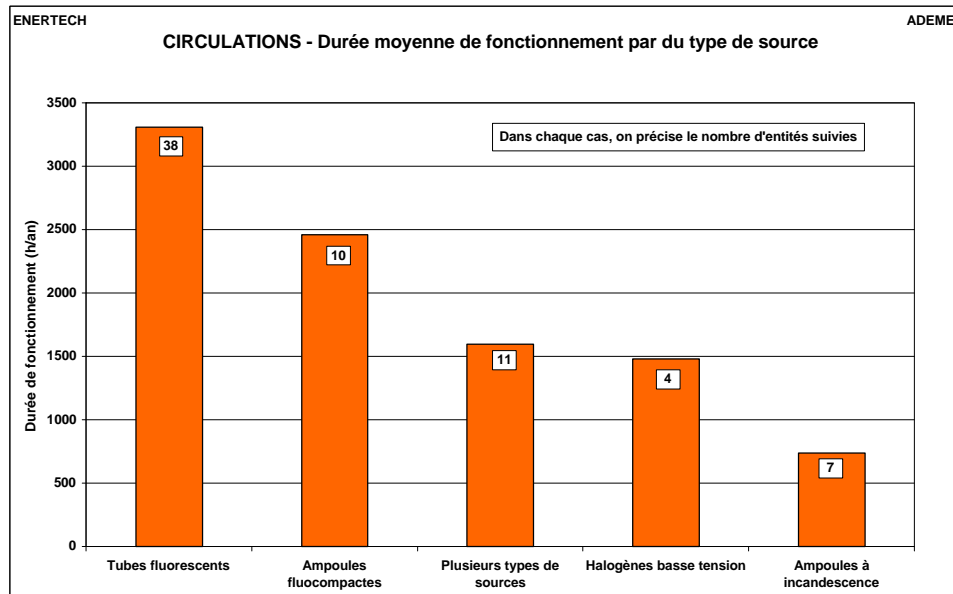


Figure A5.39 : Durée moyenne de fonctionnement en fonction du type de source – Circulations

A.5.2.3 Saisonnalité

La durée d'éclairage des couloirs est très peu sensible au phénomène de saisonnalité et aux vacances scolaires. L'explication réside probablement dans le fait qu'il suffit qu'un employé travaille pour que ces espaces soient éclairés, que plusieurs couloirs suivis sont borgnes et enfin que toutes les commandes sont des interrupteurs.

En ce qui concerne les escaliers, la saisonnalité est plus marquée, probablement car la plupart des cages d'escaliers suivies bénéficient d'éclairage naturel.

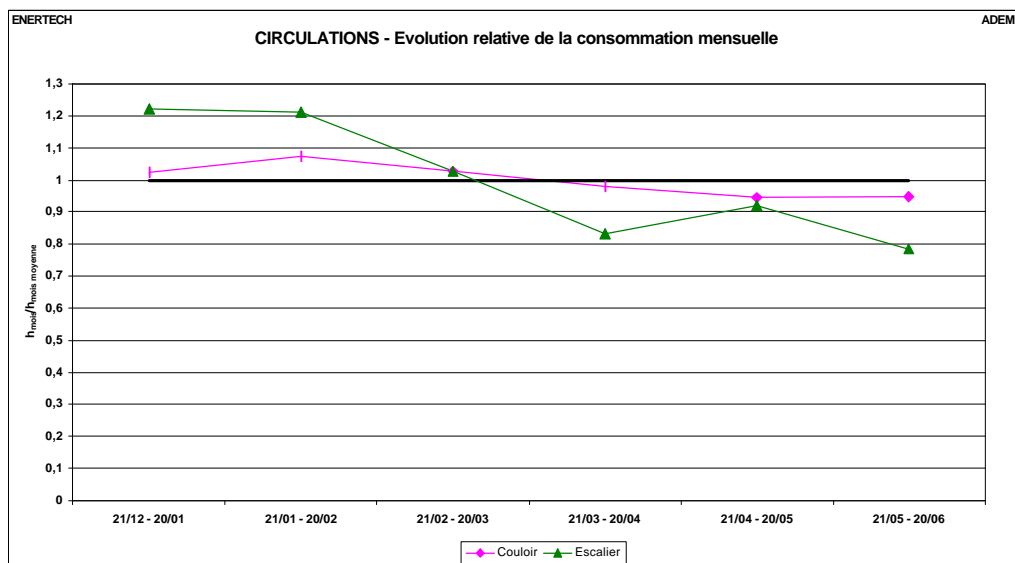


Figure A5.40 : Evolution relative de la consommation mensuelle – Circulations

A.5.2.4 Courbes de charges

A.5.2.4.1 Couloir

Environ les trois quarts (hiver) et les deux tiers (été) des couloirs suivis sont éclairés de 8 heures à 19 heures. Seuls 10% sont éteints au moment de la pause déjeuner et l'éclairage de plus de 10% des couloirs allumés en journée restent en marche toute la nuit et ce quelle que soit la saison.

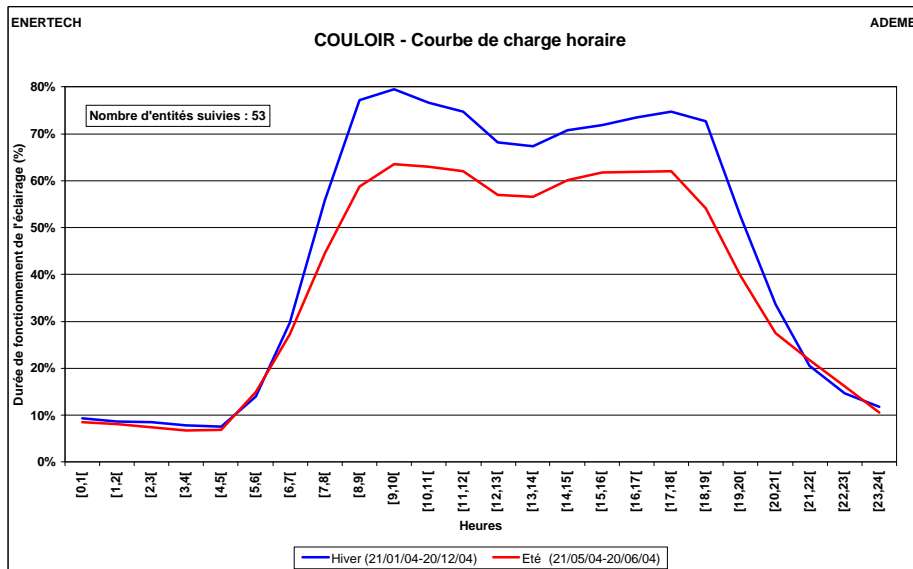


Figure A5.41 : Courbe de charge horaire – Couloirs

A.5.2.4.2 Escalier

Comme on l'observe sur le graphique de la figure A5.42, l'éclairage des cages d'escalier fonctionne surtout le matin et dans une moindre mesure en fin de journée. L'effet de la saisonnalité est plus marqué le matin. On note très peu d'oublis d'extinction en fin de journée.

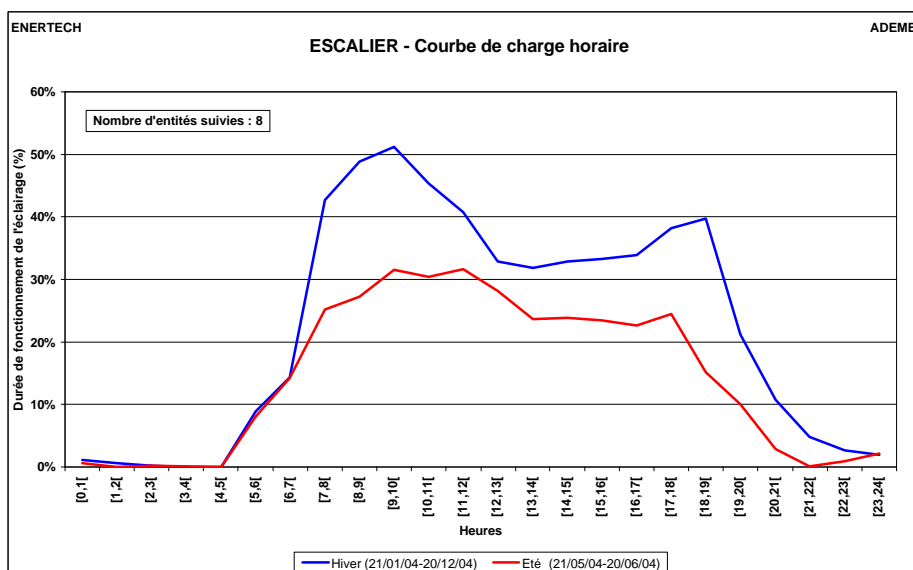


Figure A5.42 : Courbe de charge horaire – Escalier

A.5.2.5 Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées

A.5.2.5.1 Couloir

L'éclairage en dehors des heures ouvrées est beaucoup plus fréquent pour les couloirs que pour les bureaux. Ainsi, comme on le voit sur le graphique de la figure A5.43, dans un tiers des couloirs suivis, la durée de fonctionnement au cours des heures ouvrées représente moins de 80 % de la durée totale d'allumage et dans 8% des cas, l'éclairage fonctionne plus souvent en dehors qu'au cours des heures de travail !

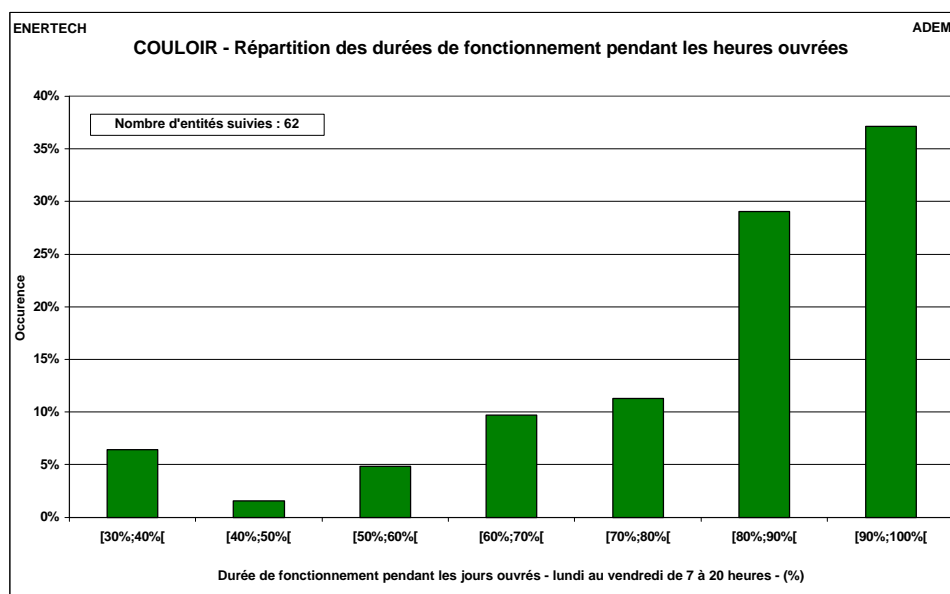


Figure A5.43 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – couloirs

Dans plus des deux tiers des couloirs suivis on a remarqué que l'éclairage fonctionnait la nuit. Dans les trois quarts des cas, ces oublis sont peu fréquents (moins de 10% des nuits l'éclairage fonctionne à minuit) mais dans près de 20% des couloirs, plus d'un quart de la durée d'éclairage a lieu en dehors des heures ouvrées. On a déjà précisé que dans un établissement l'éclairage des couloirs est permanent.

A.5.2.5.2 Escalier

Globalement les luminaires des escaliers sont éteints en dehors des heures ouvrées. En moyenne sur l'échantillon, les oublis correspondent à 10 % du temps total d'allumage. Cependant, dans la moitié des entités suivies, on a remarqué des fonctionnements de nuit. Mais ces dysfonctionnements concernent moins de 7% des nuits suivies.

A.5.2.6 Analyse des cycles d'allumages

La durée moyenne d'un cycle d'allumage de circulations (couloir et escalier) est de 11,8 heures. Si on ne tient pas compte des deux couloirs allumés en continu cette durée passe à 5,6 heures. On dénombre en moyenne 1,8 cycles par jour ouvrable.

Contrairement à ce qu'on a observé pour les bureaux, on note quelques dysfonctionnements mais tout au plus 5% des cycles correspondent à des fonctionnements pendant une nuit entière. Cependant les durées de fonctionnement paraissent longues pour le lieu de passage qu'est une circulation.

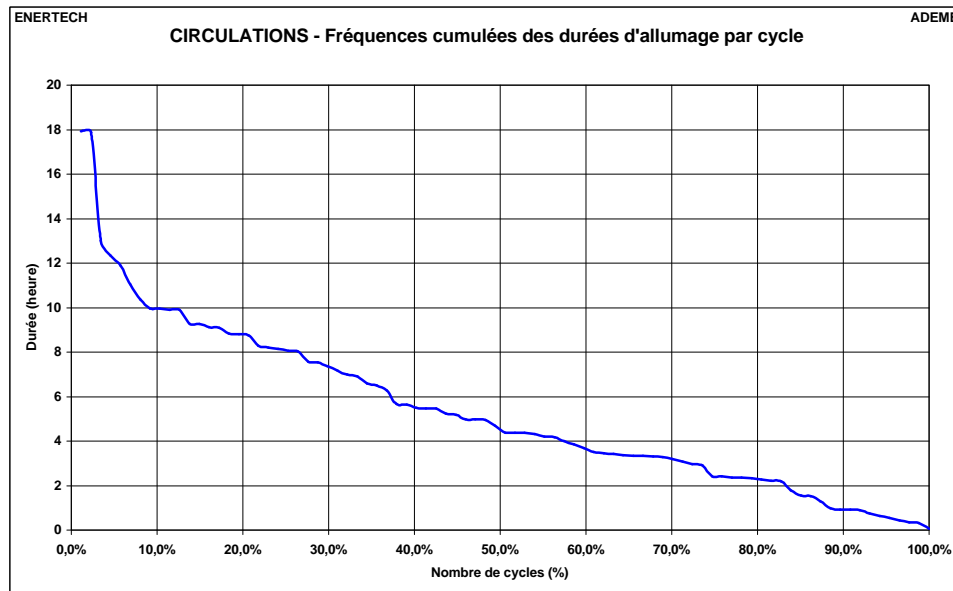


Figure A5.44 : Fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle - Circulations

En été la durée moyenne des cycles d'allumage chute de 10% et on en dénombre 20% de moins en juin qu'en janvier.

A.5.2.7 Consommation moyenne annuelle

A.5.2.7.1 Consommation surfacique

La consommation moyenne des circulations vaut, au niveau régional (c'est à dire après pondération entre les différentes tailles d'entreprises), 7,1 kWh/m².an, soit environ la moitié de celle des pièces de bureaux. Dans 16% des circulations de l'échantillon, cette consommation est négligeable (moins de 1 kWh/m².an).

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

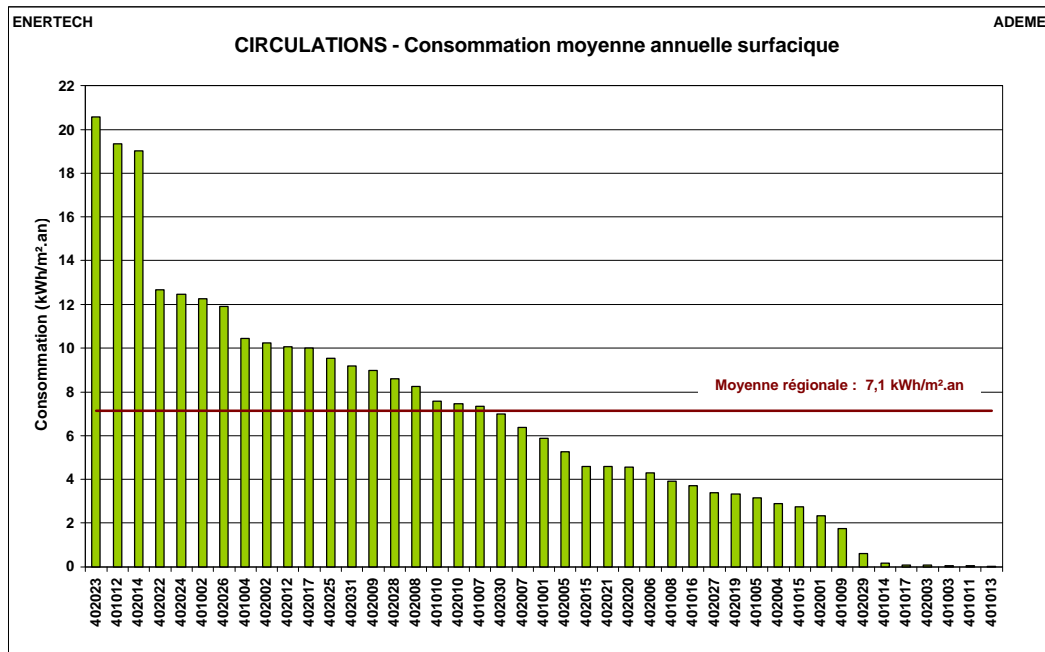


Figure A5.45 : Consommation moyenne annuelle surfacique - Circulations

Sur le graphique de la figure A5.46, on voit que de façon générale, plus la taille de l'entreprise augmente plus la consommation surfacique des circulations est importante. La raison est probablement que plus les entreprises sont grandes, moins les gens se sentent responsables de l'extinction des luminaires des espaces communs.

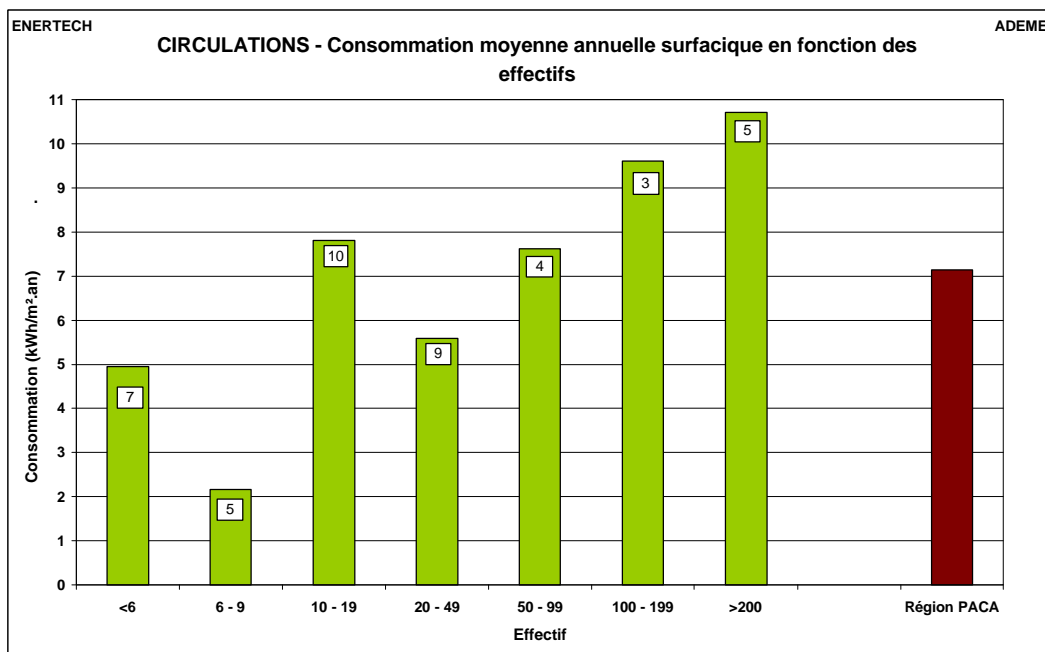


Figure A5.46 : Consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des effectifs - Circulations

Dans les circulations, c'est, comme dans les bureaux, la consommation des tubes fluorescents qui est majoritaire (68% de la consommation totale). Mais les sources peu performantes que sont les ampoules halogènes et à incandescence représentent tout de même plus d'un quart de la consommation totale.

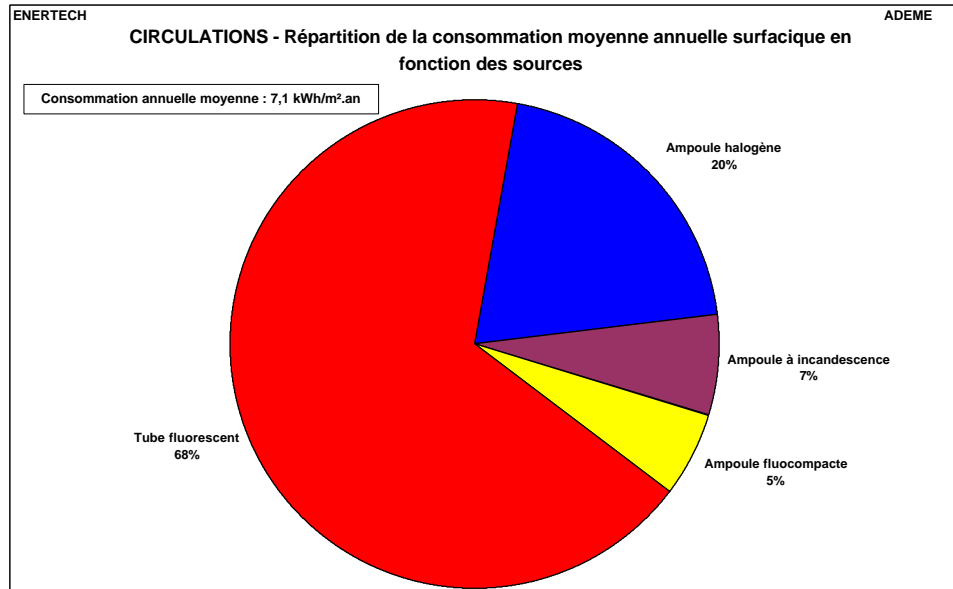


Figure A5.47 : Répartition de la consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des sources - Circulations

A.5.2.7.2 Consommation par personne

La consommation moyenne par personne de l'éclairage des circulations est égale à 176 kWh/an.personne.

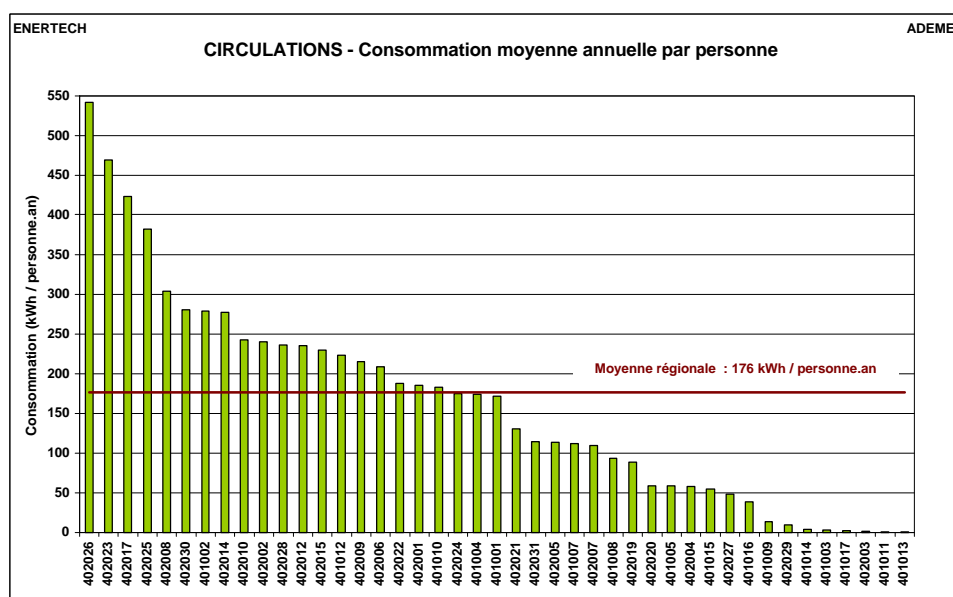
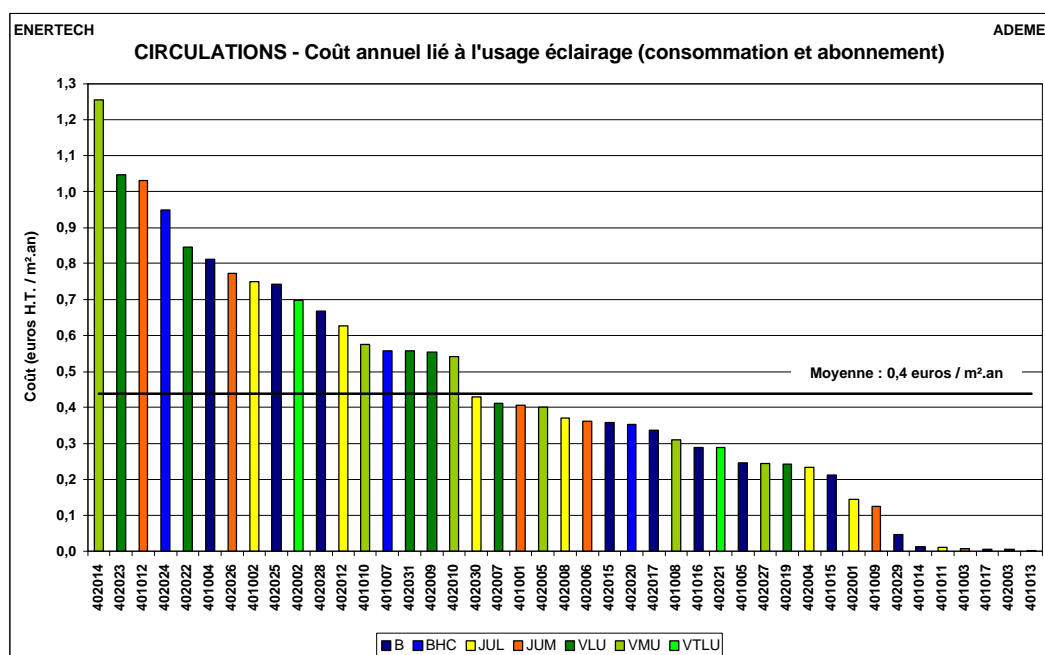


Figure A5.48 : Consommation moyenne annuelle par personne - Circulations

A.5.2.8 Coût

A.5.2.8.1 Coût surfacique

Le coût moyen de l'éclairage des circulations est, tous tarifs confondus, de 0,4 euro H.T./m².an. Contrairement au cas des bureaux, le coût d'abonnement est toujours inférieur à celui des consommations. Il est compris entre 17 et 48% du coût total.



B : Bleu, BHC : Bleu Heures Creuses, JUM : Jaune Utilisations Moyennes, JUL : Jaune Utilisations Longues, VCU : Vertes Courtes Utilisations, VMU : Vert Moyennes Utilisations, VLU : Vert Longues Utilisations, VTLU : Vert Très Longues Utilisations.

Figure A5.49 : Coût surfacique annuel lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) - Bureaux

Tarif	Coût total/m ² .an (euros H.T.)	Part de la consommation (%)	Part de l'abonnement (%)	Nombre d'entreprises concernées
Bleu	0,3	100%	- (*)	12
Bleu Heures creuses	0,6	100%	- (*)	3
Jaune moyennes utilisations	0,4	83%	17%	7
Jaune longues utilisations	0,4	67%	33%	7
Vert moyennes utilisations	0,6	80%	20%	6
Vert longues utilisations	0,6	74%	26%	6
Vert très longues utilisations	0,5	52%	48%	2

* : pour les tarifs bleus, nous n'avons pas calculé de coût d'abonnement

Figure A5.50 : Coût moyen, répartition abonnement/consommation en fonction du tarif - Bureaux

A.5.2.8.2 Coût par personne

L'éclairage des circulations revient en moyenne à 11 euros par an et par personne.

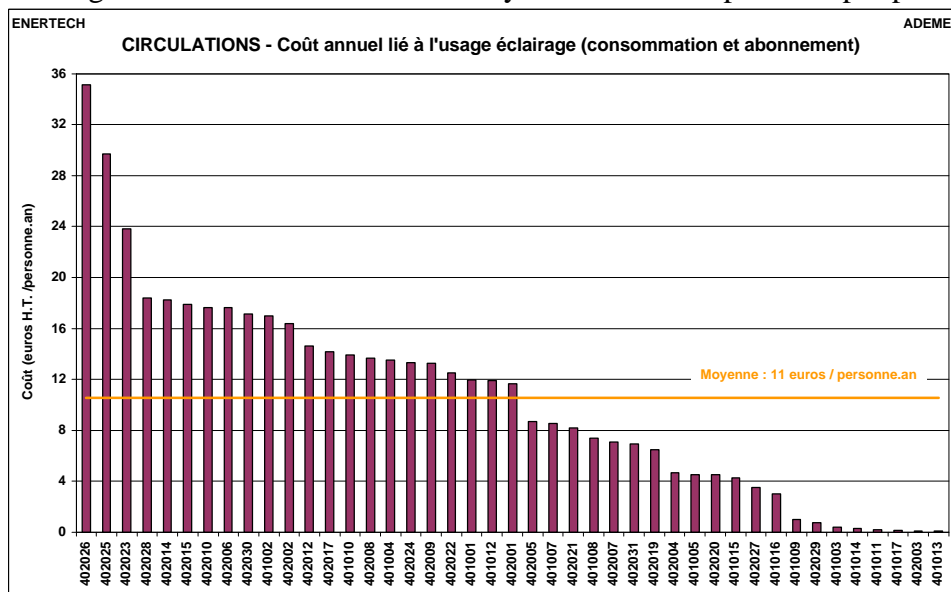


Figure A5.51 : Coût annuel par personne lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) - Circulations

A.5.3 L'ECLAIRAGE DES LOCAUX COMMUNS

A.5.3.1 Etude des sources lumineuses employées

79% des luminaires des locaux communs sont équipés de tubes fluorescents dont plus des trois quarts sont en fait soit des 4x18W, soit des 2x36W.

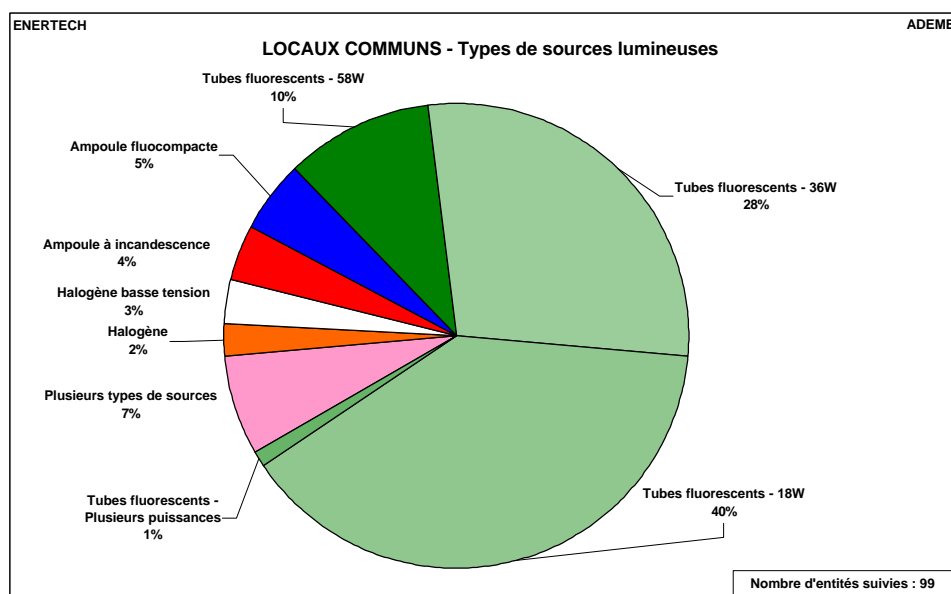


Figure A5.52 : Types des sources lumineuses employées pour l'éclairage des locaux communs

A.5.3.2 Durée annuelle d'éclairage

A.5.3.2.1 Hall d'entrée

La durée moyenne d'éclairage d'un hall d'entrée est de 1742 heures par an, soit près de 7 heures par jour ouvrable. Les durées d'allumage observées varient dans un rapport 1 à 12. Tous les halls bénéficient d'éclairage naturel.

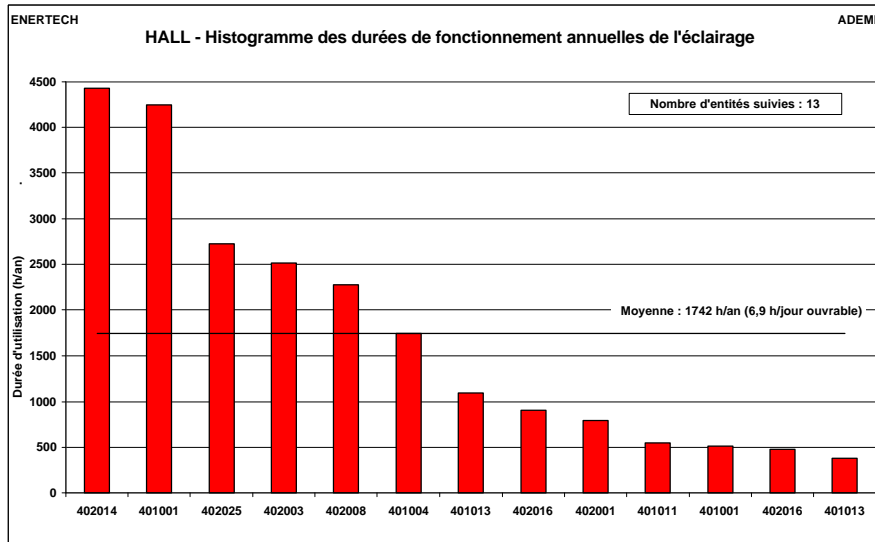


Figure A5.53 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les halls d'entrée

A.5.3.2.2 Local serveur

On a suivi 7 locaux serveur. Ces pièces ne contiennent pas de poste de travail, il s'agit seulement de lieu de passage où les informaticiens ne viennent qu'occasionnellement. Pourtant, la durée d'allumage moyenne observée est de 1443 heures par an, soit près de 6 heures par jour ouvrable. Dans les deux cas extrêmes, ce local reste allumé en moyenne plus de 11 heures par jour ouvrable.

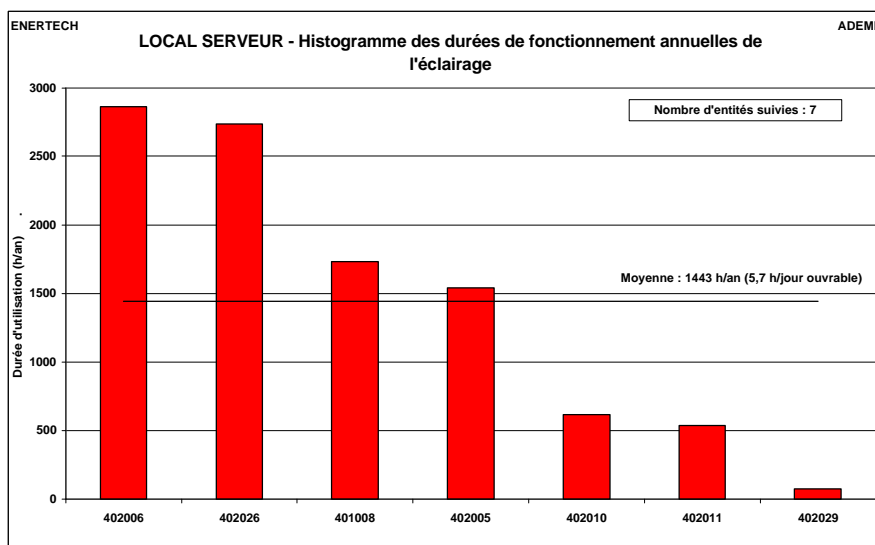


Figure A5.54 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les locaux serveurs

A.5.3.2.3 Local reprographie

La durée moyenne annuelle d'allumage des 21 locaux reprographie suivis est de 1970 heures par an (soit 7,8 heures par jour ouvrable). Les valeurs mesurées vont de moins d'une demi-heure (local bénéficiant d'un éclairage naturel important et de l'éclairage d'un bureau attendant) à 16,8 heures par jour ouvrable. Dans la moitié des locaux l'éclairage fonctionne plus de 9 heures par jour ouvrable alors que là encore il s'agit d'un lieu de passage qui possède un taux d'occupation faible.

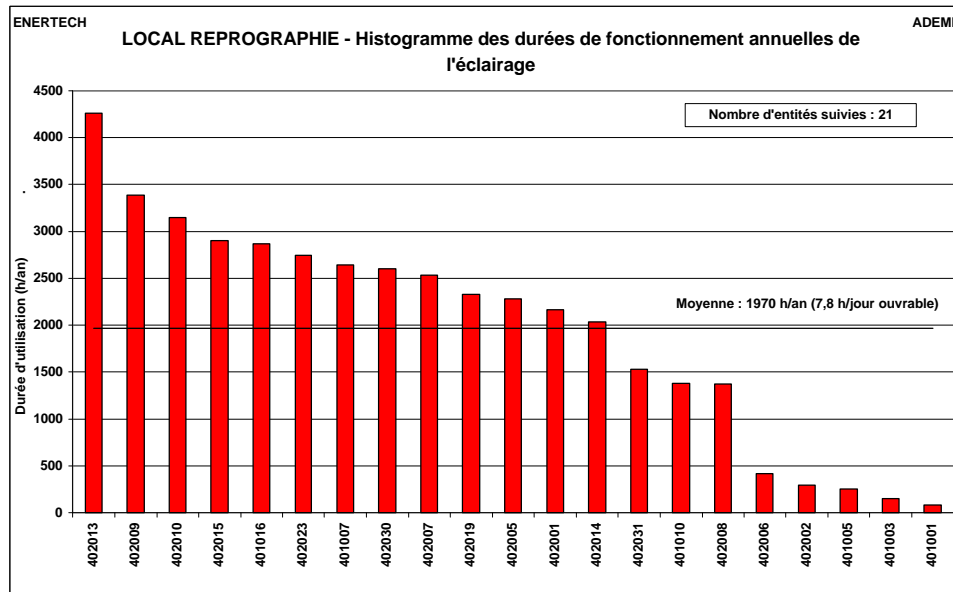


Figure A5.55 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les locaux reprographie

A.5.3.2.4 Salle de réunion

Les salles de réunion, avec en moyenne 530 heures d'allumage par an sont des locaux peu éclairés car peu utilisés (en comparaison d'un bureau) et globalement éteints en dehors des heures de présence. La salle de réunion la plus éclairée de notre échantillon est une salle borgne qui permet d'accéder à un local archives dont l'éclairage est souvent laissé en fonctionnement. Si on ne prend pas en compte cette salle à l'utilisation quelque peu spécifique, la valeur moyenne est alors de 463 heures par an.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

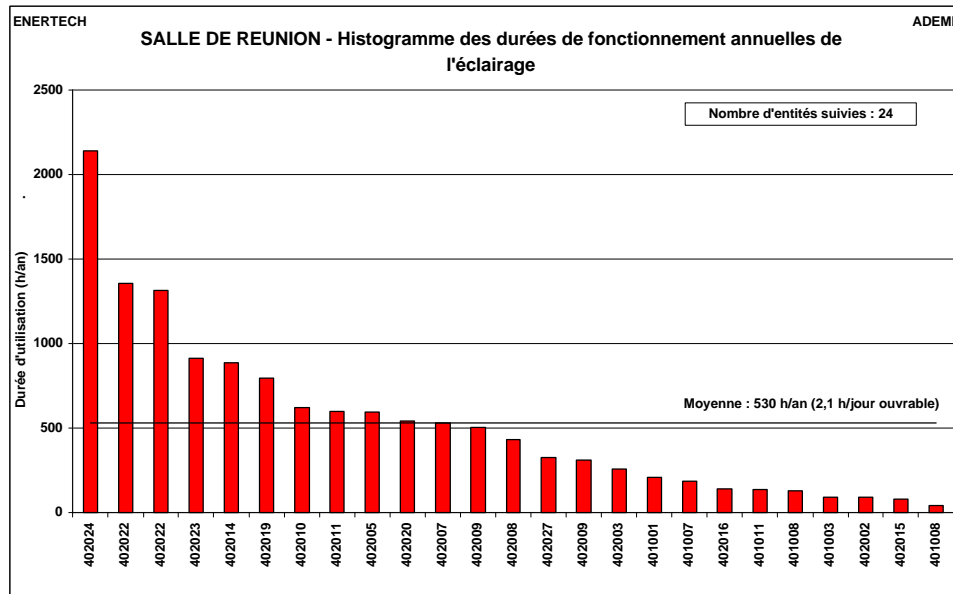


Figure A5.56 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les salles de réunions

Contrairement à ce qu'on a observé dans les bureaux, les différentes zones des salles de réunions sont souvent allumées en même temps (particulièrement lorsque les salles ont deux zones).

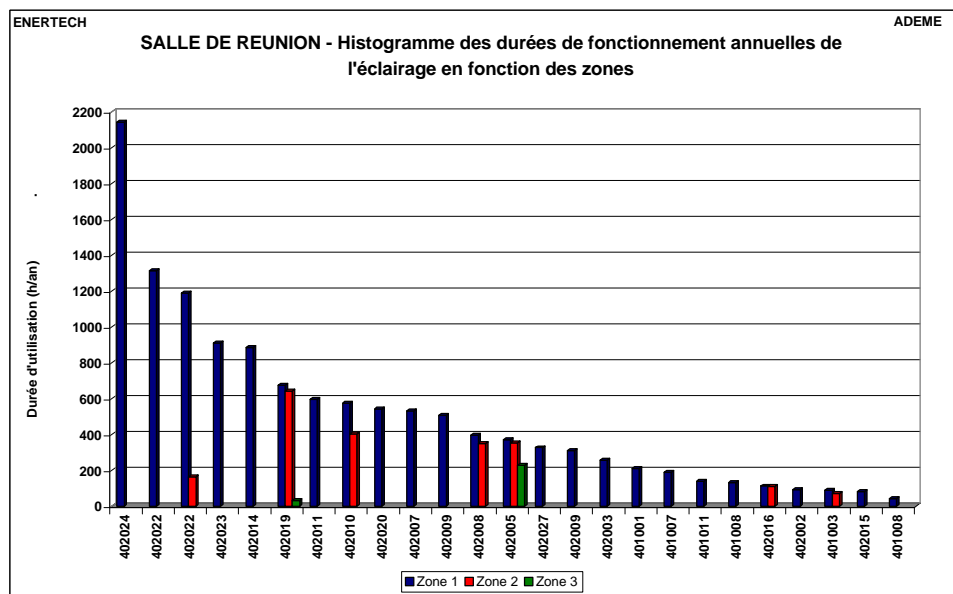


Figure A5.57 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les salles de réunions en fonction des zones

A.5.3.2.5 Salle de pause et coin cuisine

La durée moyenne de fonctionnement de l'éclairage est de 1653 heures par an dans les salles de pause et 538 heures par an pour les coins cuisines. Ces durées varient beaucoup d'un établissement à l'autre : dans un rapport 1 à 26 pour les salles de pause et 1 à 15 pour les cuisines.

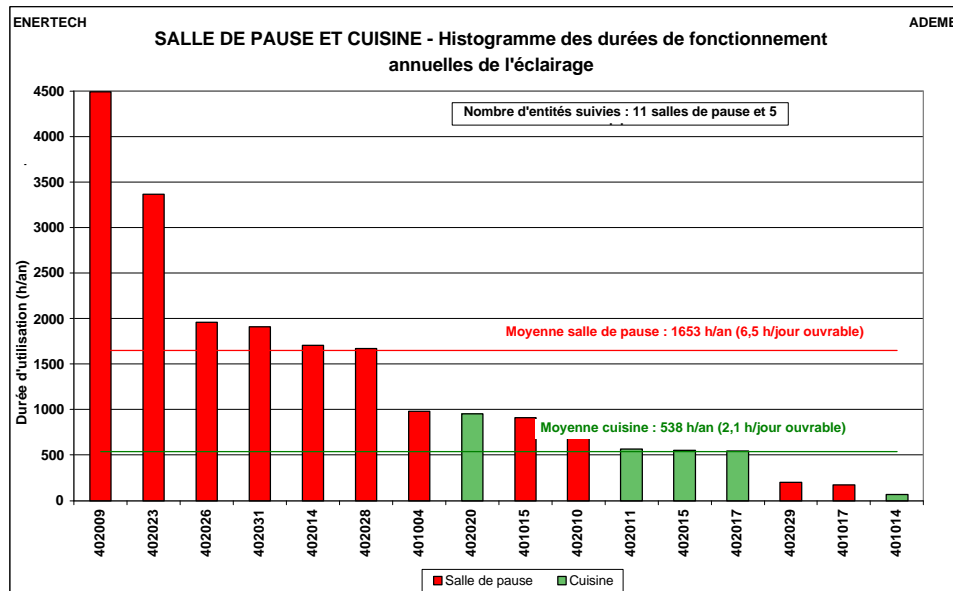


Figure A5.58 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les salles de pause et cuisines

A.5.3.2.6 Archives

Les salles archives sont allumées en moyenne 1053 heures par an. Là encore il s'agit de locaux faiblement occupés. D'ailleurs, comme on le voit sur l'histogramme de la figure A5.59, dans plus de 40% des locaux suivis, la durée moyenne d'éclairage est inférieure à 1 heure par jour ouvrable. Cependant, il semble que dans certains établissements, les usagers soient plus négligents et que les luminaires restent allumés pendant de longues périodes.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

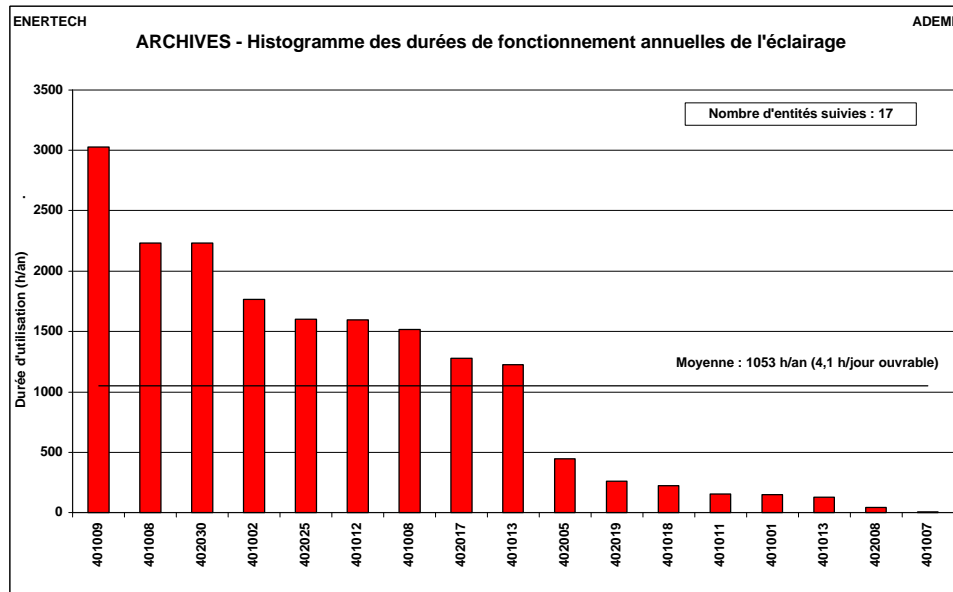


Figure A5.59 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les salles d'archives

A.5.3.2.7 Autres locaux

On a suivi plusieurs autres types de locaux mais la taille des échantillons fait que les valeurs obtenues (graphique de la figure A5.60) doivent être considérées avec prudence.

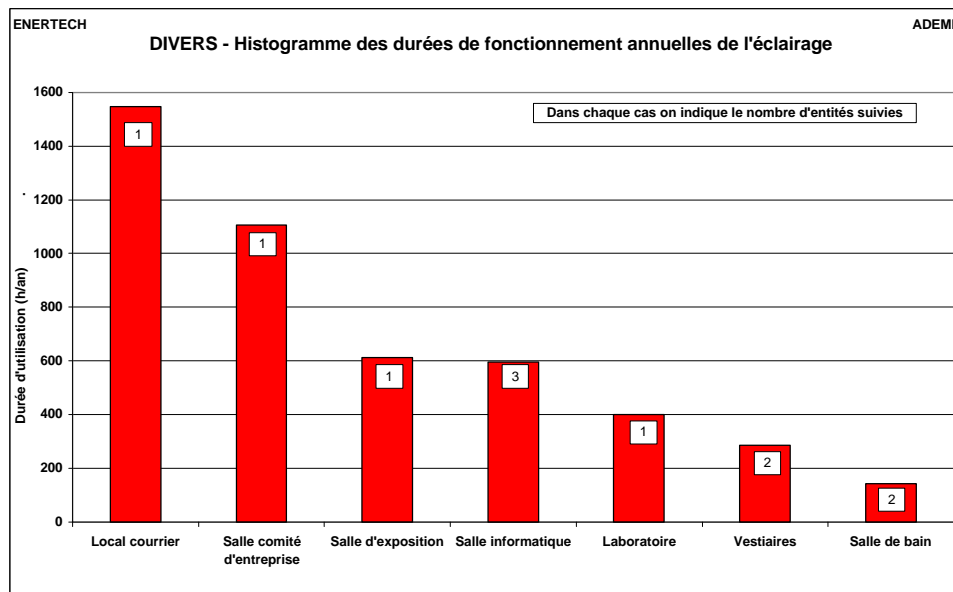


Figure A5.60 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans divers locaux

A.5.3.2.8 Durée annuelle d'éclairage par source

Comme pour les circulations, on observe pour les locaux communs des variations importantes de la durée de fonctionnement en fonction de la source lumineuse (rapport 1 à 6). Il faut cependant prendre en compte le fait que pour certaines sources la taille de l'échantillon est faible ce qui doit conduire à rester prudent.

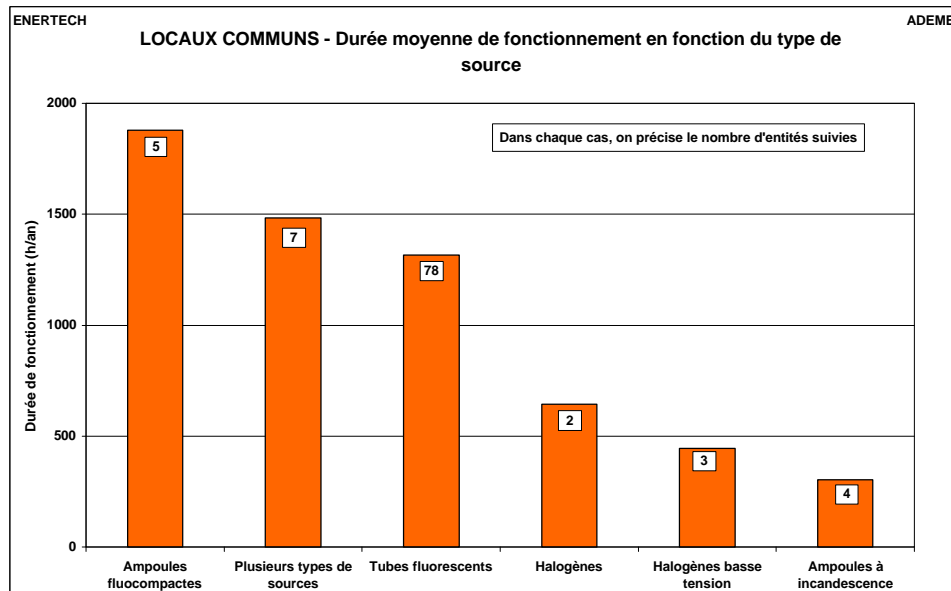


Figure A5.61 : Durée moyenne de fonctionnement en fonction du type de source – Locaux communs

A.5.3.3 Saisonnalité

Globalement, la durée d'éclairage varie très peu en fonction de la saison. Cette remarque est particulièrement justifiée pour les salles de reprographie, salles serveur, cuisines et salles de pause.

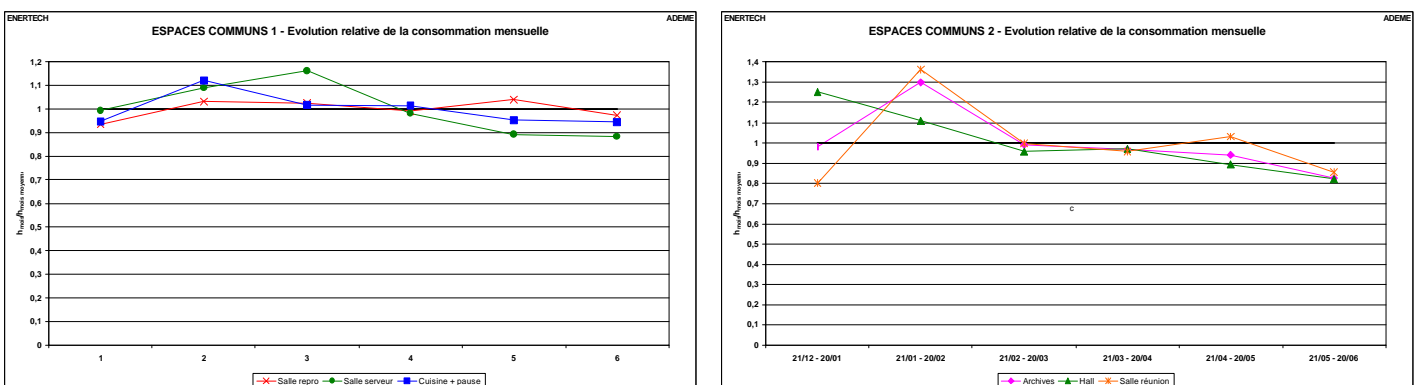


Figure A5.62: Evolution relative de la consommation mensuelle – Locaux communs

Le paramètre expliquant les variations des salles de réunion est probablement plus le taux d'occupation que la saison. Ainsi on voit sur le graphique de la figure A5.62 qu'au moment

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

des vacances de Noël, la durée de fonctionnement quotidien est inférieure 20% à la valeur moyenne (2,2 heures par jour).

A.5.3.4 Courbes de charges

Les graphiques de la figure A5.63 représentent les courbes de charge horaires des différents types de locaux communs suivis au cours de cette campagne de mesures. On peut faire les remarques suivantes :

- Les halls dans lesquels on utilise un éclairage artificiel sont allumés dès 7 heures. Dans un quart d'entre eux, les luminaires sont arrêtés à midi et une fraction de ceux-ci sont remis en route l'après-midi sauf en hiver où on note une pointe de fonctionnement au moment où les employés quittent leur lieu de travail.

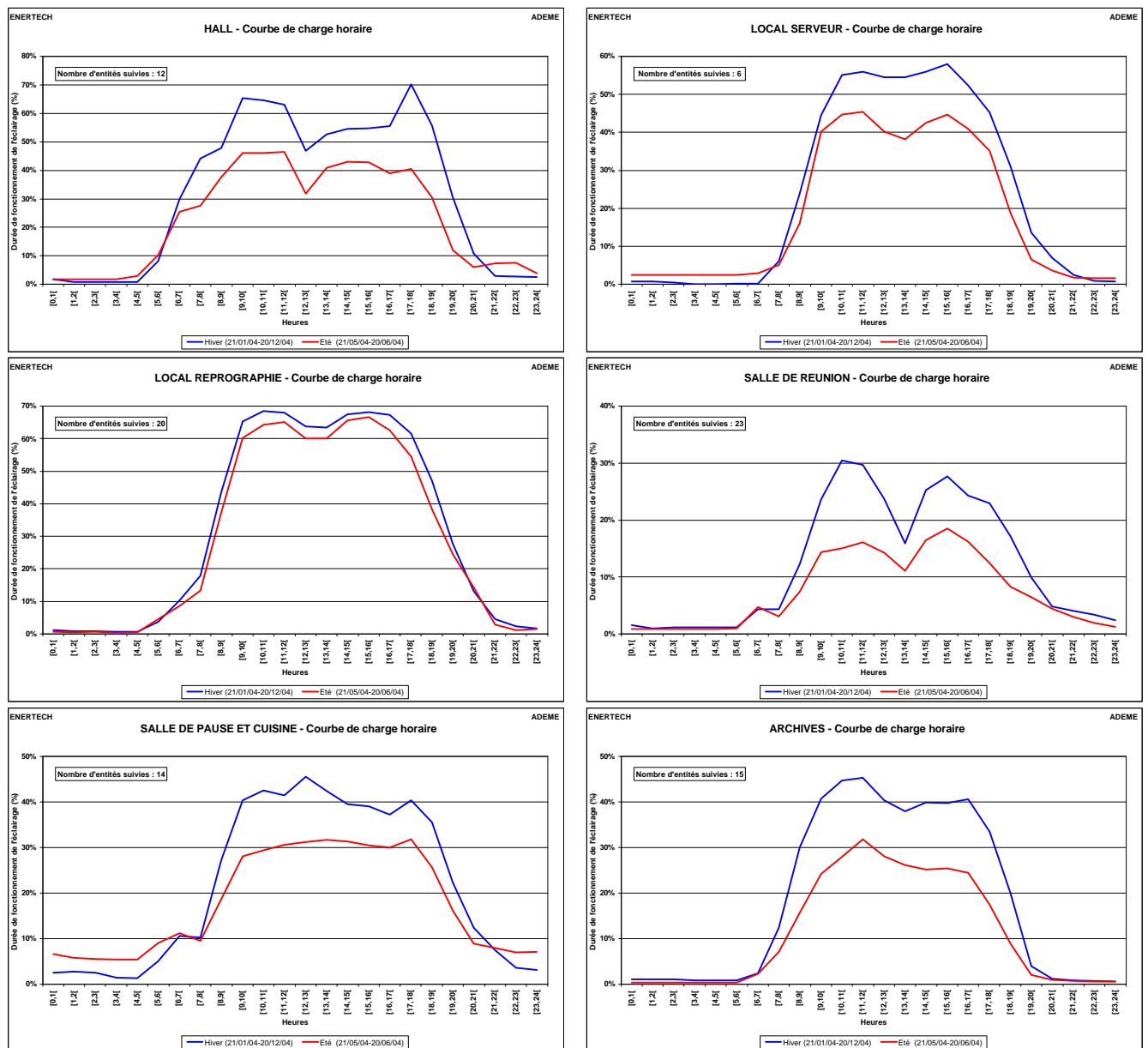


Figure A5.63 : Courbe de charge horaire – Locaux communs

- Les locaux reprographie, les salles serveurs ainsi que les salles de pause ont des profils de fonctionnement assez similaires. Ces espaces sont allumés toute la journée et sont peu influencés par la durée du jour. Cette remarque se vérifie tout particulièrement pour les locaux reprographie.
- C'est dans les salles de pause et les cuisines que les oublis d'extinction sont les plus fréquents.
- Les salles de réunion sont les pièces où l'éclairage fonctionne le moins à toute heure de la journée.

A.5.3.5 Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées

A.5.3.5.1 Hall d'entrée

On remarque sur le graphique de la figure A5.64 que dans un peu plus de la moitié des halls d'entrée l'éclairage fonctionne pratiquement uniquement lors des heures de travail, alors que dans l'autre moitié, les luminaires restent en marche en dehors de ces créneaux horaires assez fréquemment. Dans près de la moitié des halls, on a observé des fonctionnements de nuit, mais à l'exception d'un hall, ils sont très rares (une ou deux nuits sur toute la période de mesures).

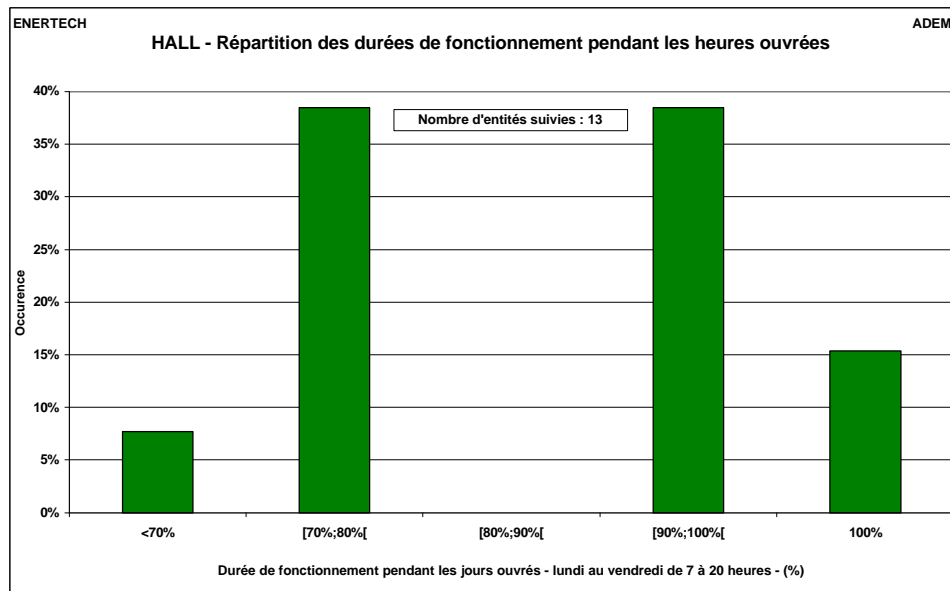


Figure A5.64 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – Halls d'entrée

A.5.3.5.2 Local serveur

Dans plus de 70% des cas, plus de 90% de la durée totale d'éclairage correspond aux heures ouvrées des bureaux. Cependant dans 2 salles serveurs de l'échantillon, près de la moitié du temps total d'allumage a lieu la nuit, les week-ends et les jours fériés.

A.5.3.5.3 Local reprographie

Dans plus des deux tiers des locaux reprographie, plus de 90% des heures de fonctionnement ont lieu au cours des heures ouvrées. On a cependant observé des oublis d'extinction, certes peu fréquents (moins de 7% des nuits) dans deux tiers de ces pièces.

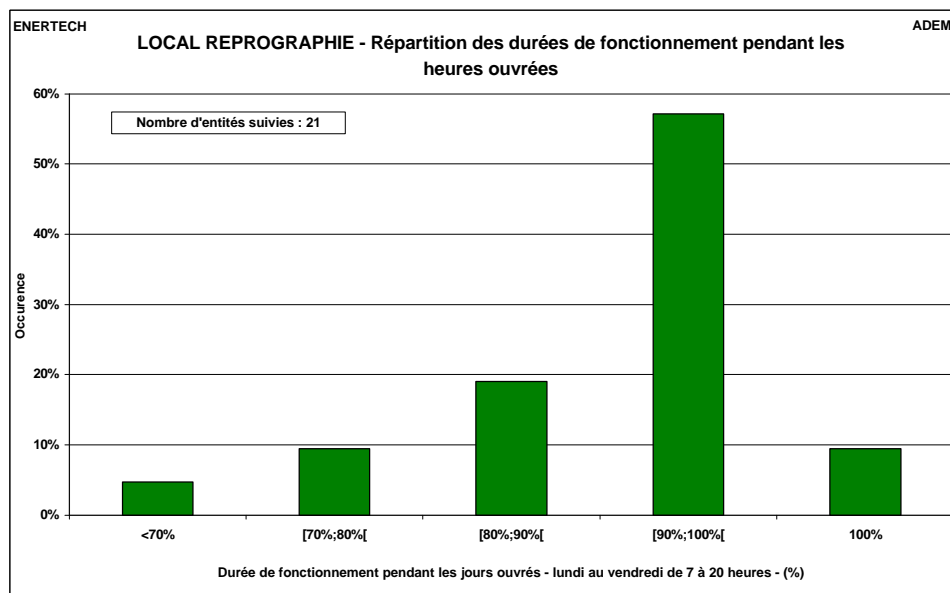


Figure A5.65 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – Locaux reprographie

A.5.3.5.4 Salle de réunion

Globalement les salles de réunions restent peu allumées la nuit, les week-ends et les jours fériés. Les salles de réunion dont l'éclairage fonctionne dans ces périodes sont des pièces à usage spécifique (salle de réunion d'un IUT, salle de réunion où sont stockées des archives...). Dans 44% des salles de réunions suivies, l'éclairage a fonctionné au moins une fois à minuit. Dans le cas extrême, il était en marche à minuit 9% des nuits de la période de mesures.

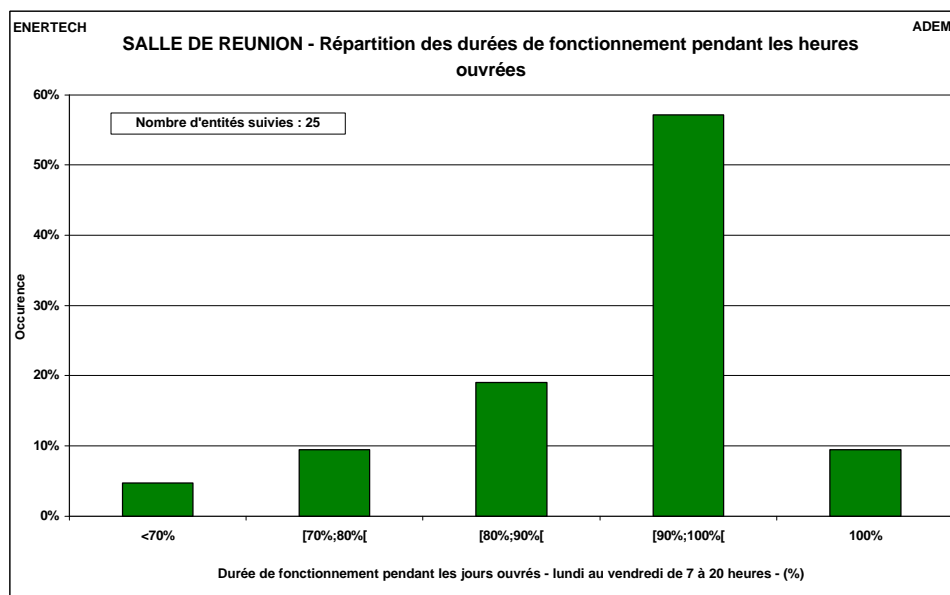


Figure A5.66 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – Salles de réunion

A.5.3.5.5 Salle de pause et cuisine

Dans la moitié des cuisines et salles de pause, au moins 90% de la durée totale d'éclairage a lieu pendant les heures de travail. Dans 63% de ces pièces, on a remarqué au moins un oubli d'extinction le soir.

A.5.3.5.6 Archives

Seul un tiers des salles d'archives ont une durée d'allumage en dehors des heures ouvrées supérieures à 10% et dans 53% des cas, les luminaires ont fonctionné au moins une nuit à minuit. Mais là encore les oublis sont rares (moins de 4% des nuits au cours de la période de mesures).

A.5.3.6 Analyse des cycles d'allumages

Le tableau de la figure A5.67 résume la durée et le nombre moyens de cycles pour les divers locaux communs et le graphique de la figure A5.68 représente les fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle dans ces mêmes espaces.

Local	Nombre moyen de cycles par jour ouvré	Durée moyenne d'un cycle (heures/cycle)	Nombre cycles par jour été/ Nombre cycles par jour hiver	Durée cycle été/durée cycle hiver
Archives	3,3	3,5	1,0	0,7
Local reprographie / local serveur	3,2	3,5	1,6	0,8
Salle de pause / cuisine	3,4	2,6	1,4	0,7
Salle de réunion	1,5	1,7	1,4	0,6
Autres	3,4	1,4	1,8	0,6

Hiver : période du 21/01/04 au 20/02/04 et été : période du 21/05/04 au 20/06/04

Figure A5.67 : Durée et nombre moyens de cycles des locaux communs

On voit qu'à l'exception des salles de réunion (et de la catégorie « autres » qui englobent des locaux d'usages très variés), toutes les durées de cycles sont supérieures à celle qui caractérise un bureau individuel (2,51 heures par cycle). De plus on note que 30% des cycles d'allumage de ces locaux ont une durée supérieure à 4 heures. Ces observations tendent à prouver que les oublis d'extinction des luminaires sont beaucoup plus fréquents dans ces pièces qui ne sont propres à aucun employé que dans les bureaux individuels où l'usager se sent plus responsable.

Comme dans le cas des bureaux, la durée des cycles a tendance à augmenter en été (augmentation comprise entre 0 et 80%) alors que le nombre d'allumages diminue (baisse comprise entre 20 et 40%).

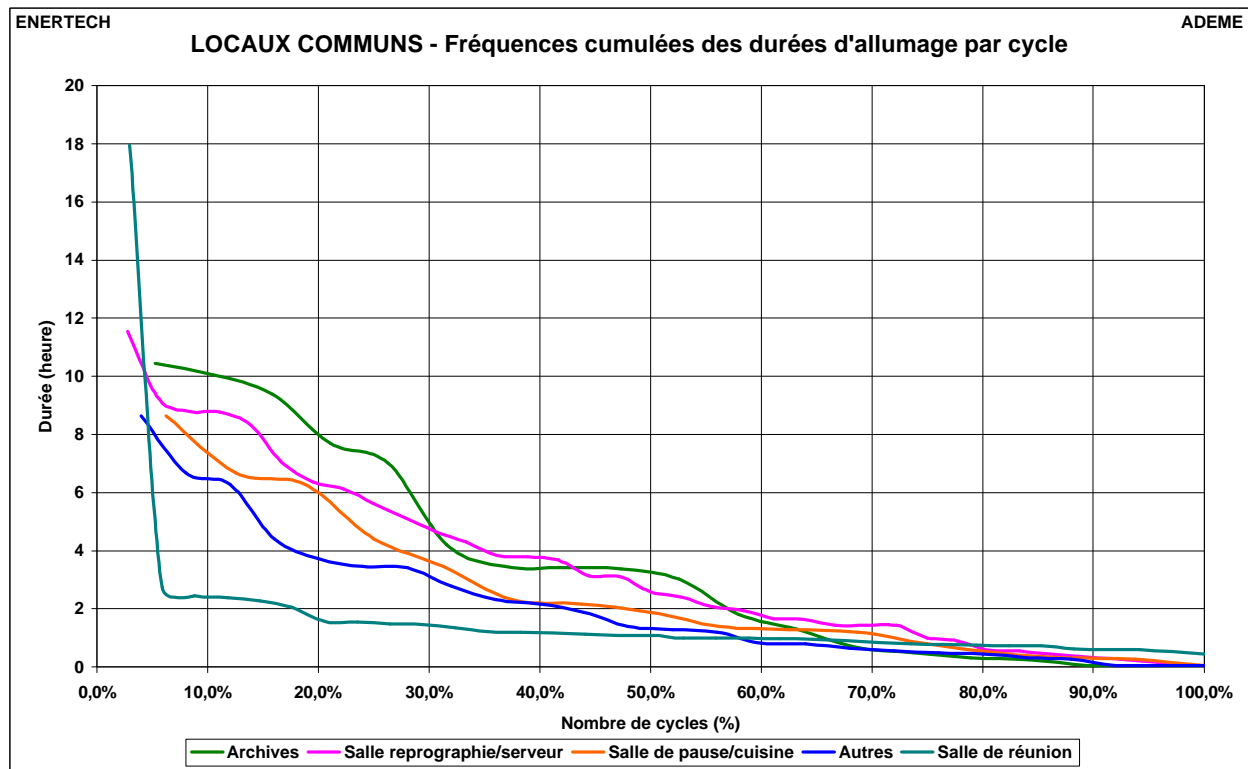


Figure A5.68 : Fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle – Locaux communs

A.5.3.7 Consommation moyenne annuelle

NB : Dans le cas des locaux communs, nous ne connaissons pas systématiquement le détail des puissances installées pour l'éclairage. Quand nous ne connaissons pas la valeur nous avons fait l'hypothèse que cette puissance était égale à celle des bureaux (en valeur surfacique).

A.5.3.7.1 Consommation surfacique

La consommation moyenne surfacique des locaux communs est égale au niveau régional à 4,1 kWh/m².an, c'est à dire 1,7 fois moins que celle des circulations et 3,6 fois moins que celle des pièces de bureaux.

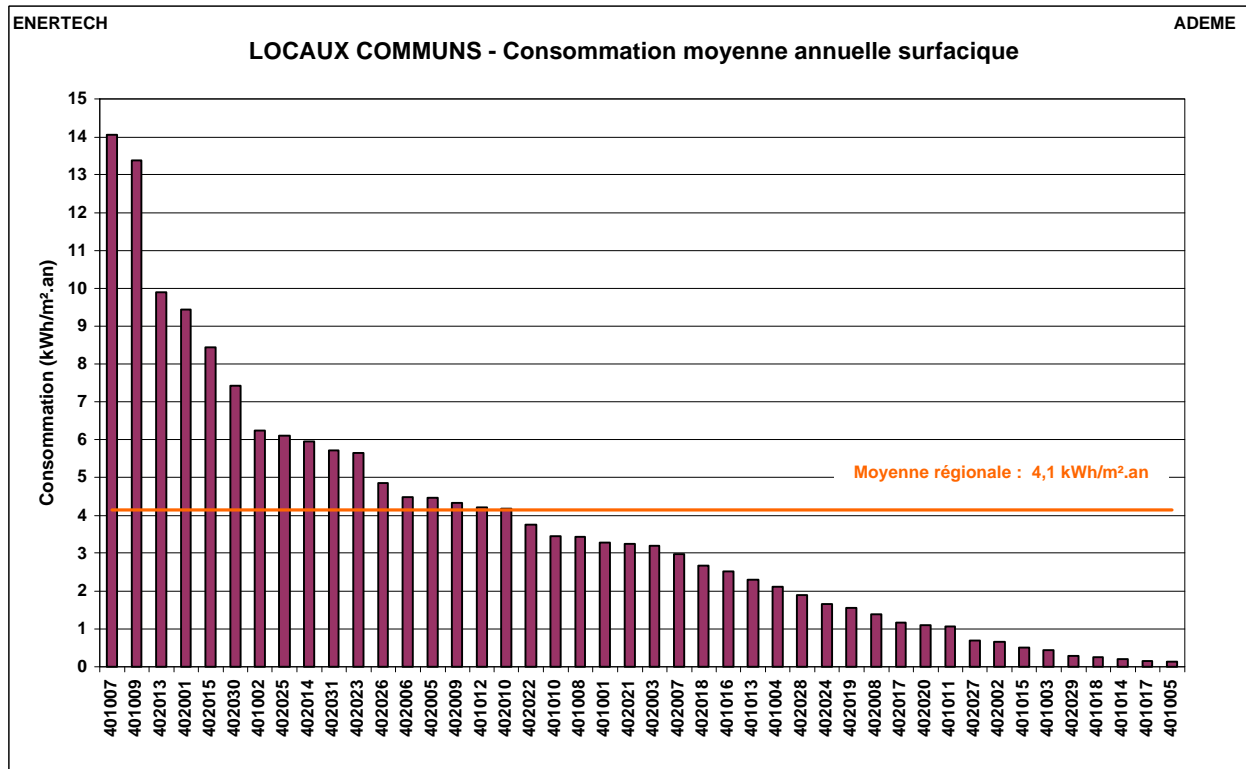


Figure A5.69 : Consommation moyenne annuelle surfacique – Locaux communs

Il ne semble pas y avoir de lien direct entre la consommation des locaux communs et la taille des entreprises (graphique de la figure A5.70).

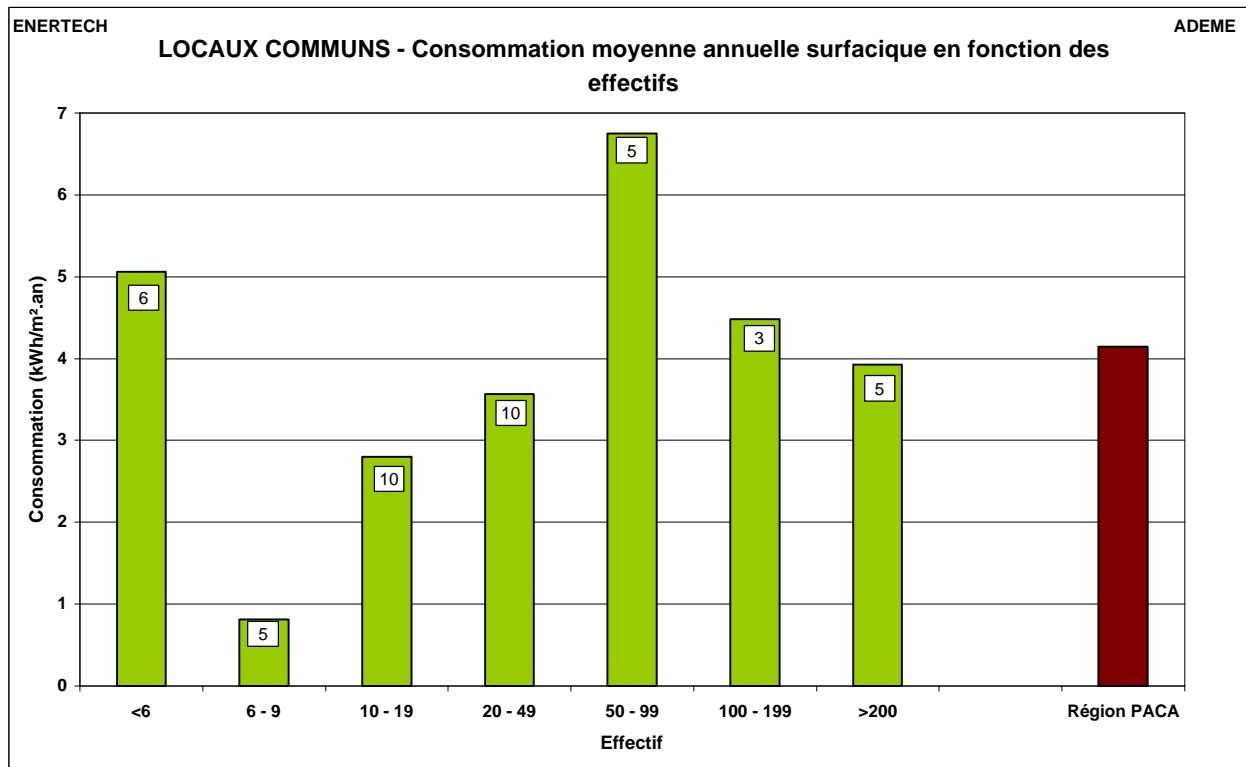


Figure A5.70 : Consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des effectifs – Locaux communs

A.5.3.7.2 Consommation par personne

La consommation moyenne des locaux communs s'élève à 108 kWh/personne.an.

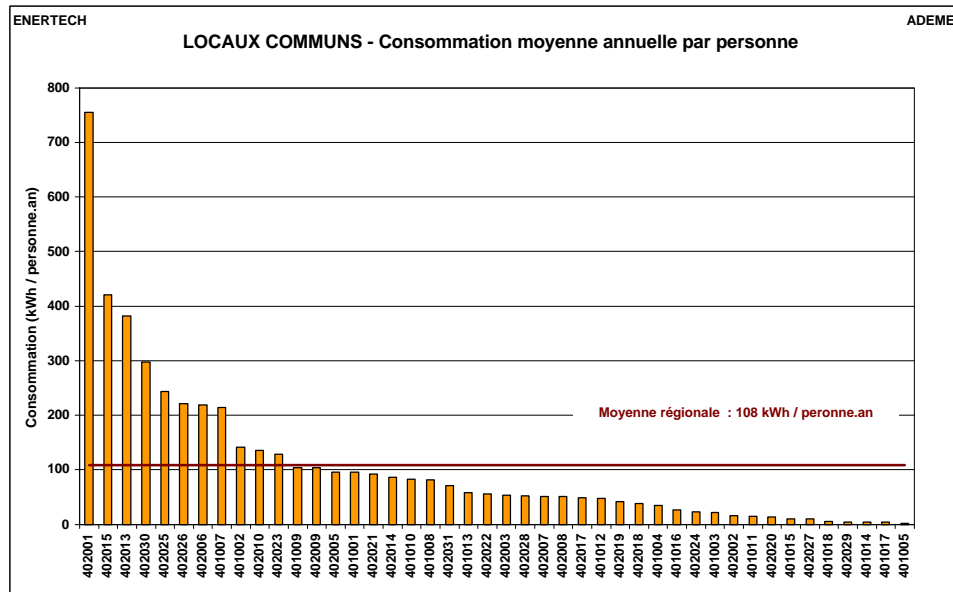
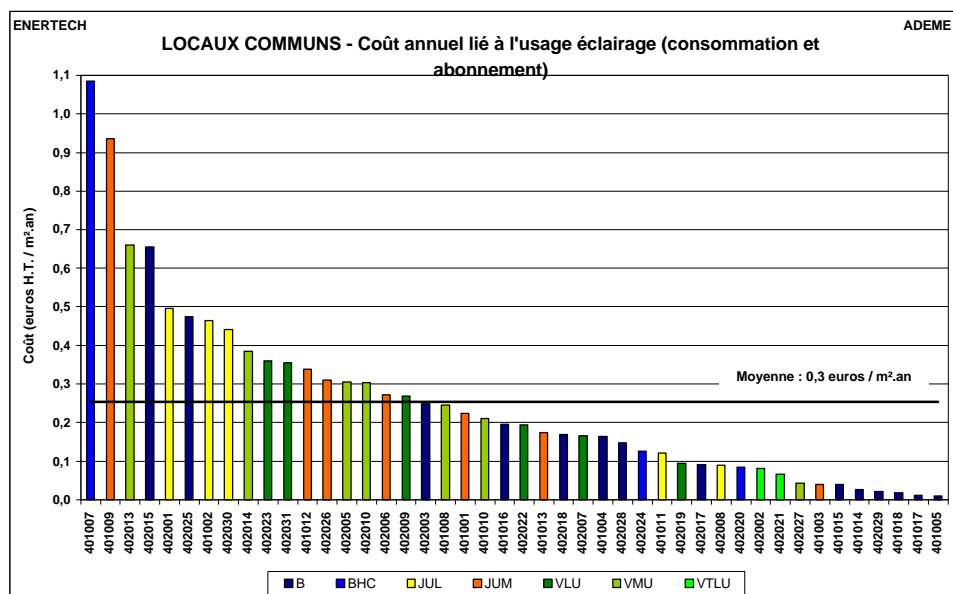


Figure A5.71 : Consommation moyenne annuelle par personne – Locaux communs

A.5.3.8 Coût

A.5.3.8.1 Coût surfacique

L'éclairage des locaux communs coûte en moyenne 0,3 euro H.T./m².an. La part de l'abonnement est très variable d'un type d'abonnement à l'autre, la plage de variation s'étend de 7 à 69%.



B : Bleu, BHC : Bleu Heures Creuses, JUM : Jaune Utilisations Moyennes, JUL : Jaune Utilisations Longues, VCU : Vertes Courtes Utilisations, VMU : Vert Moyennes Utilisations, VLU : Vert Longues Utilisations, VTLU : Vert Très Longues Utilisations.

Figure A5.72 : Coût surfacique annuel lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) – Locaux communs

Tarif	Coût total/m ² .an (euros H.T.)	Part de la consommation (%)	Part de l'abonnement (%)	Nombre d'entreprises concernées
Bleu	0,16	100%	- (*)	14
Bleu Heures creuses	0,43	100%	- (*)	3
Jaune moyennes utilisations	0,33	93%	7%	7
Jaune longues utilisations	0,32	73%	27%	5
Vert moyennes utilisations	0,31	84%	16%	7
Vert longues utilisations	0,24	77%	23%	6
Vert très longues utilisations	0,07	31%	69%	2

* : pour les tarifs bleus, nous n'avons pas calculé de coût d'abonnement

Figure A5.73 : Coût moyen, répartition abonnement/consommation en fonction du tarif – Locaux communs

A.5.3.8.2 Coût par personne

Le coût afférent à l'éclairage des locaux communs est de 7 euros par personne et par an.

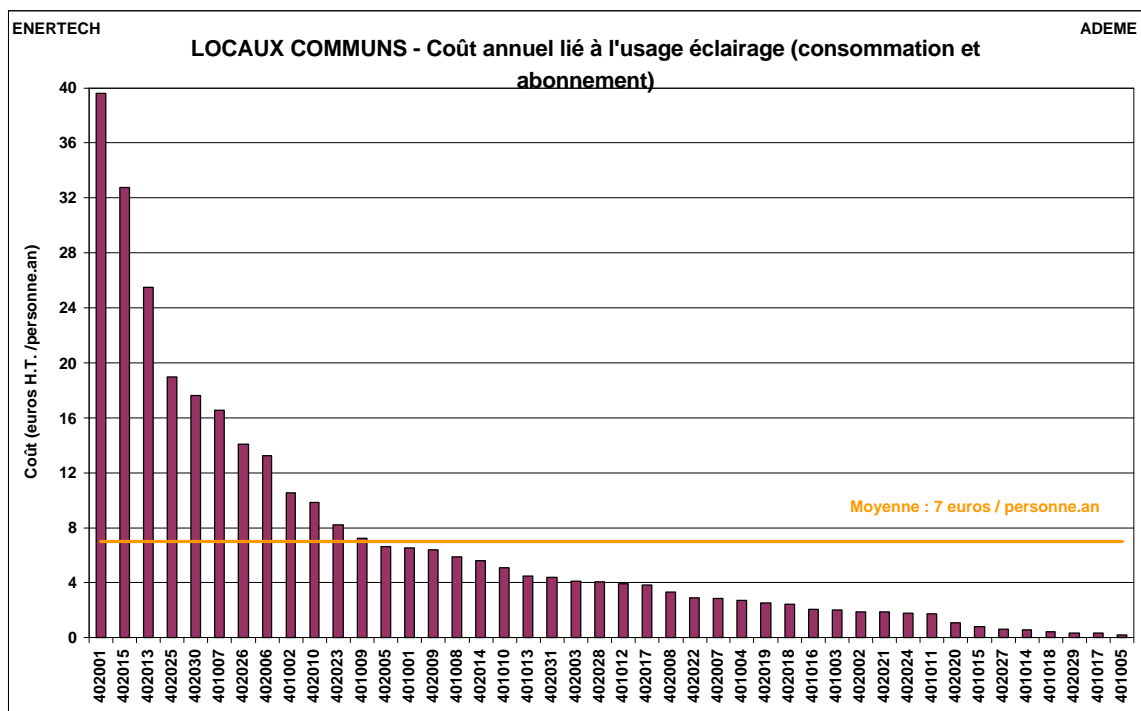


Figure A5.74 : Coût annuel par personne lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) – Locaux communs

A.5.4 L'ECLAIRAGE DES SANITAIRES

Comme dans le cas des bureaux on distingue ici deux notions :

- L'éclairage par pièce : c'est la durée pendant laquelle au moins un luminaire du bloc sanitaire fonctionne (cabines ou lavabo)
- L'éclairage par luminaire : on considère la durée d'éclairage de chaque entité (cabine, lavabo, sanitaires et lavabo dans une même pièce)

A.5.4.1 Etude des sources lumineuses employées

De tous les locaux suivis, les sanitaires sont les seuls dans lesquels les tubes fluorescents ne sont pas la source d'éclairage la plus représentée. Ainsi les deux tiers des luminaires sont équipés d'ampoules à incandescence (majoritaires avec 51%) et halogènes basse tension. Des sources performantes (tubes fluorescents et ampoules fluocompactes) ne sont installées que dans un quart des cas.

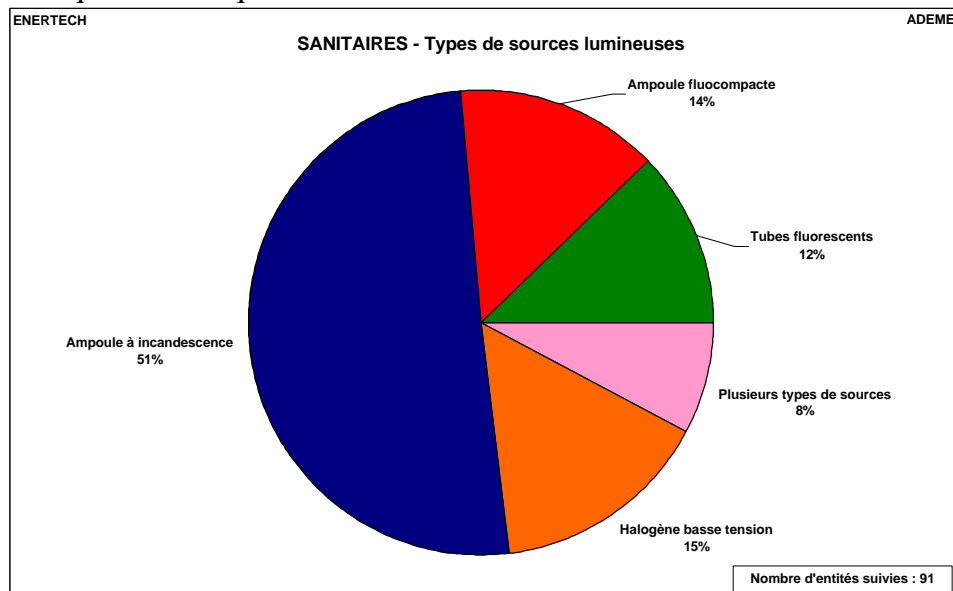


Figure A5.75 : Types des sources lumineuses employées pour l'éclairage des sanitaires

A.5.4.2 Durée annuelle d'éclairage

A.5.4.2.1 Durée annuelle d'éclairage globale

La durée moyenne d'allumage des sanitaires est égale à 1183 heures par an ou encore 4,7 heures par jour ouvrable. Cette durée d'éclairage est donc inférieure à celle de la plupart des locaux communs. Le rapport de la durée maximale de fonctionnement sur la durée minimale vaut 87. Les durées d'éclairage des sanitaires commandés par minuterie ou détecteur de présence se situent toutes dans le premier quart le plus consommateur. On verra par la suite que ces dispositifs ne sont intéressants que s'ils sont bien réglés.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

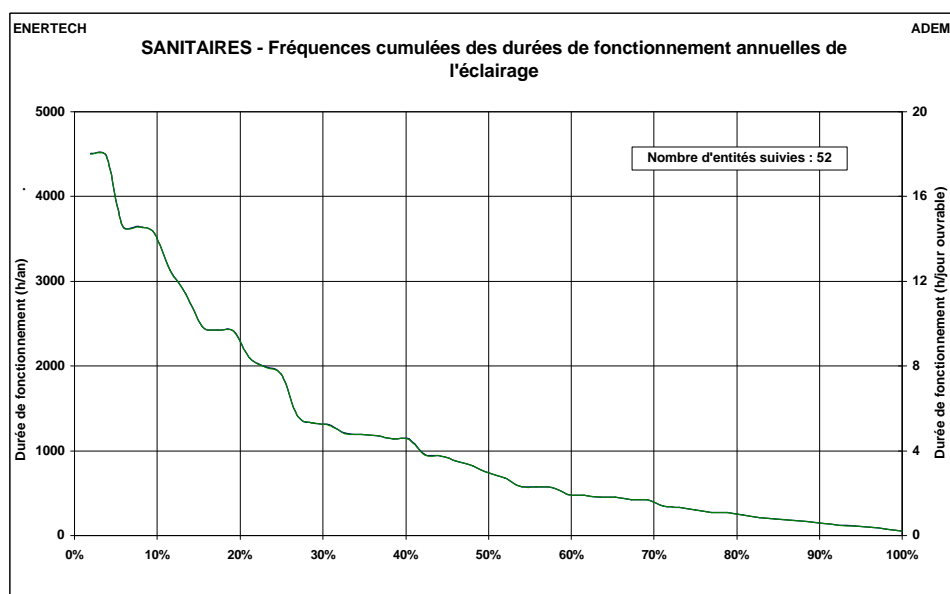


Figure A5.76 : Fréquences cumulées des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les sanitaires

A.5.4.2.2 Durée annuelle d'éclairage des blocs sanitaires (sanitaires + lavabo)

Nous avons suivi 11 blocs sanitaires (WC et lavabo dans la même pièce) dont l'éclairage était commandé par interrupteur. La durée moyenne de fonctionnement est de 711 heures par an. La durée moyenne de fonctionnement est inférieure à 1 heure par jour ouvré dans plus de la moitié des blocs.

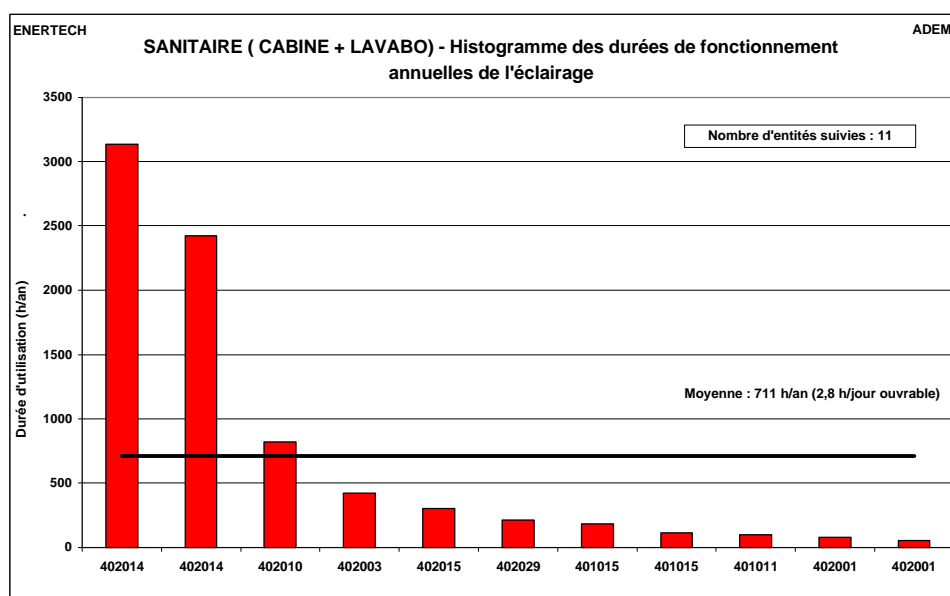


Figure A5.77 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les sanitaires cabines (lavabos + WC)

A.5.4.2.3 Durée annuelle d'éclairage des cabines (seules)

Nous avons mesuré la durée d'éclairage de 46 cabines de sanitaires dont 4 étaient commandés par minuteries, 2 par détecteurs de présence, les autres étant équipées d'interrupteurs. La durée moyenne de fonctionnement, tous types de contrôle confondus, est égale à 669 heures par an. Cette valeur est du même ordre de grandeur que celle trouvée dans le paragraphe A5.4.2.1..

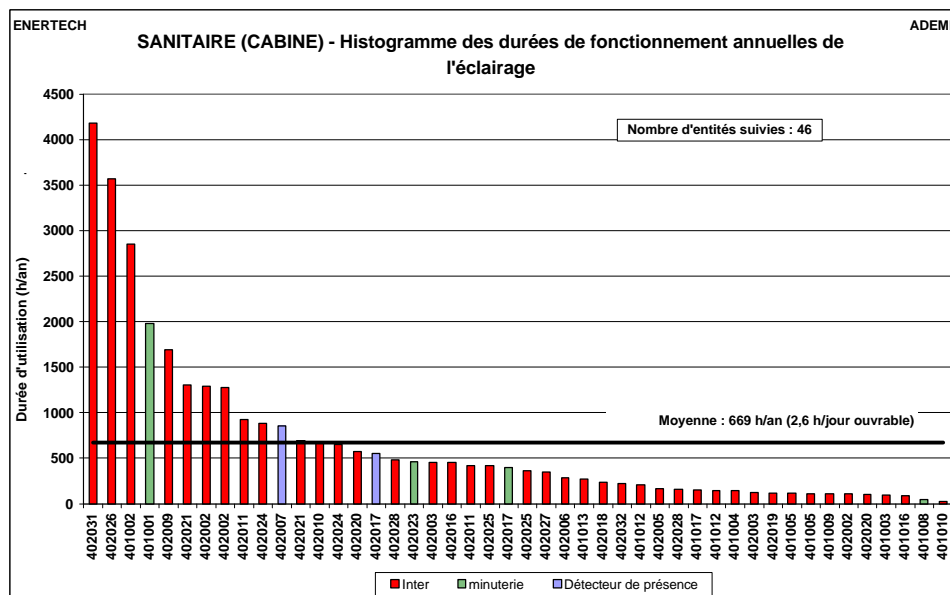


Figure A5.78 : Histogramme des durées de fonctionnement annuelles de l'éclairage dans les cabines des sanitaires

La commande de l'éclairage par minuterie ou détecteur de présence ne semble pas très intéressante d'un point de vue réduction de la consommation électrique. En effet, la durée de fonctionnement des luminaires de 5 des 6 cabines commandées par minuterie ou détecteur de présence se situe parmi la première moitié la plus consommatrice de l'échantillon. Comme on le voit sur le graphique de la figure A5.79, cela vient du fait que les délais d'activation sont relativement longs (compris entre 2,5 et 9,3 minutes), plus long que la durée d'utilisation des sanitaires dans la plupart des cas. Si les utilisateurs éteignent systématiquement l'éclairage, un interrupteur est donc plus économe.

Un délai de 3 à 4 minutes pour une minuterie est nécessaire afin de ne pas provoquer de gêne pour l'utilisateur. Par contre, la temporisation des détecteurs de présence pourrait, si la qualité de détection est suffisante, être abaissée à moins d'une minute, voire quelques secondes. On voit cependant que la durée d'activation n'est pas le seul paramètre explicatif du temps de fonctionnement. Les autres paramètres à prendre en compte, à savoir le nombre de cycles de fonctionnement ainsi que les dysfonctionnements sont traités dans les paragraphes A5.4.5 et A5.4.6..

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

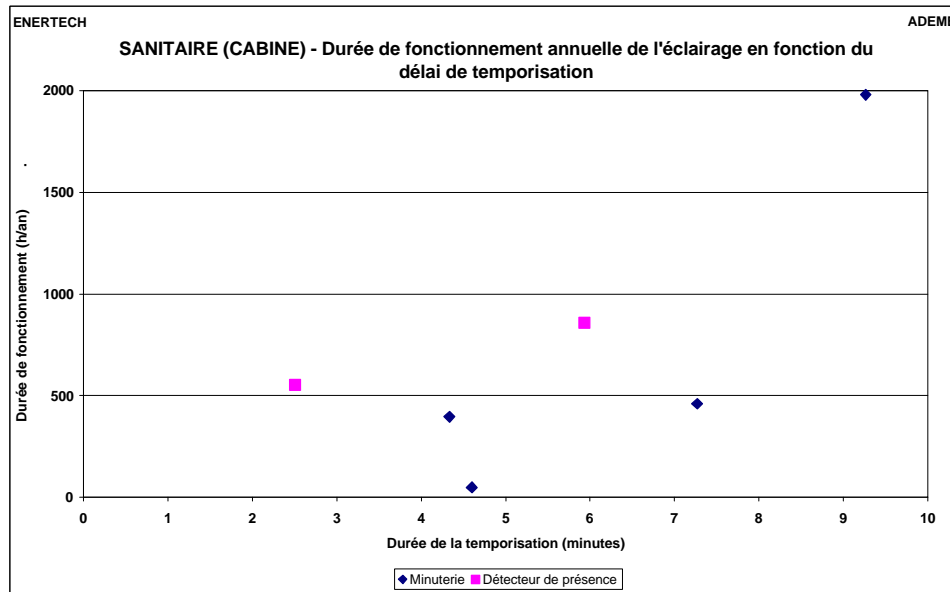


Figure A5.79 : Durée de fonctionnement de l'éclairage en fonction du délai de temporisation de la minuterie ou du détecteur de présence (cabine sanitaires)

A.5.4.2.4 Durée annuelle d'éclairage des lavabos

Sur les 34 espaces lavabos suivis, 4 étaient commandés par minuterie et un par détecteur de présence. La durée de fonctionnement moyenne est, avec 1084 heures par an, 1,6 fois supérieure à celle observée pour les cabines.

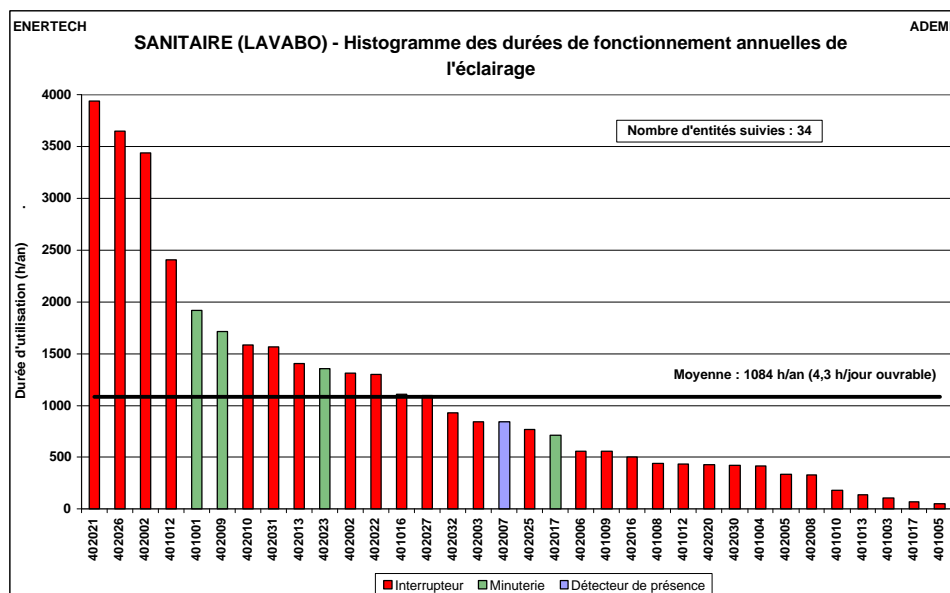


Figure A5.80 : Histogramme des durées de fonctionnement annuel de l'éclairage dans les espaces lavabos des sanitaires

Là encore, l'ajout de contrôle ne semble pas réduire de façon importante les consommations. Les temporisations sont encore plus longues que celles réglées dans les cabines, elles sont toutes supérieures à 5 minutes (graphique de la figure A5.81).

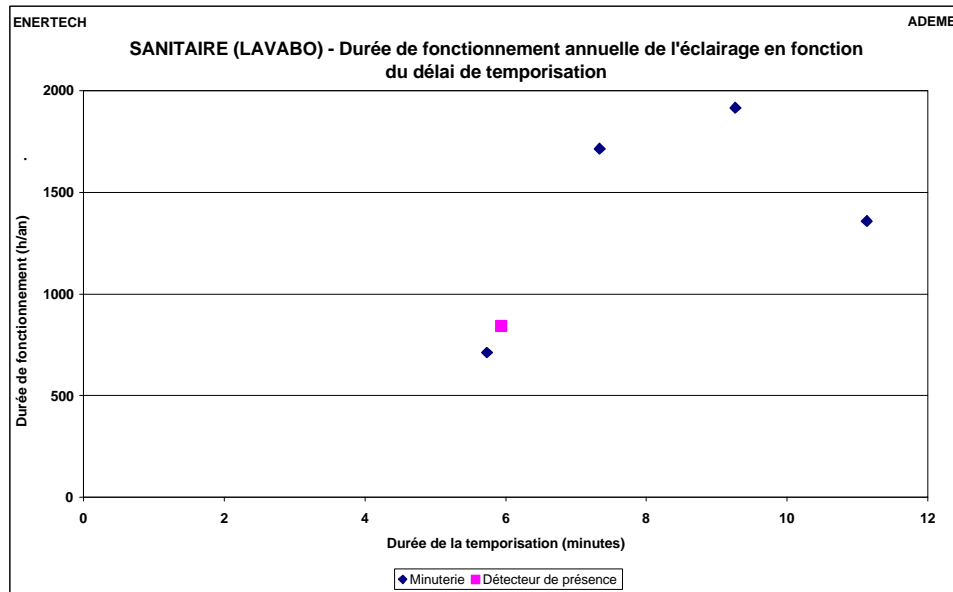


Figure A5.81 : Durée de fonctionnement de l'éclairage en fonction du délai de temporisation de la minuterie ou du détecteur de présence (lavabo des sanitaires)

On peut penser que des durées de fonctionnement aussi longues s'expliquent par le fait que les usagers n'osent pas éteindre l'espace lavabo en quittant les sanitaires de crainte qu'une autre personne ne se trouve dans une cabine. Un détecteur de présence, avec une temporisation adéquate (inférieure à une minute), semble la solution la plus avantageuse pour ce type de pièce.

A.5.4.2.5 Durée annuelle d'éclairage par source

Les sources les plus performantes sont celles qui ont des durées de fonctionnement les plus élevées. Le temps de marche des ampoules à incandescence est très inférieur à celui de toutes les autres sources mais elles sont aussi beaucoup plus représentées (46 foyers de ce type suivis soit pratiquement autant que toutes les autres sources confondues). On peut cependant penser que les usagers, conscients du niveau de consommation de cette technologie, sont plus vigilants quant à l'extinction de ces ampoules.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

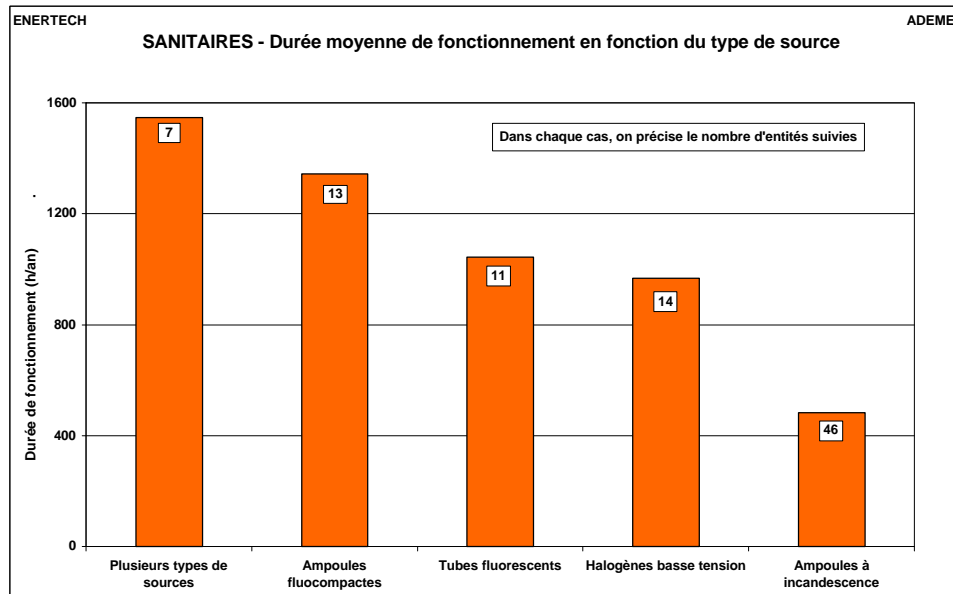


Figure A5.82 : Durée moyenne de fonctionnement en fonction du type de source – Sanitaires

A.5.4.3 Saisonnalité

Etant donné que les sanitaires sont dans la majorité des cas des locaux borgnes, leur temps d'éclairage n'est pas sensible à la durée du jour. Leur durée d'allumage n'est pas non plus influencée par les vacances. Les variations semblent simplement dues à la fréquence des oublis d'extinction.

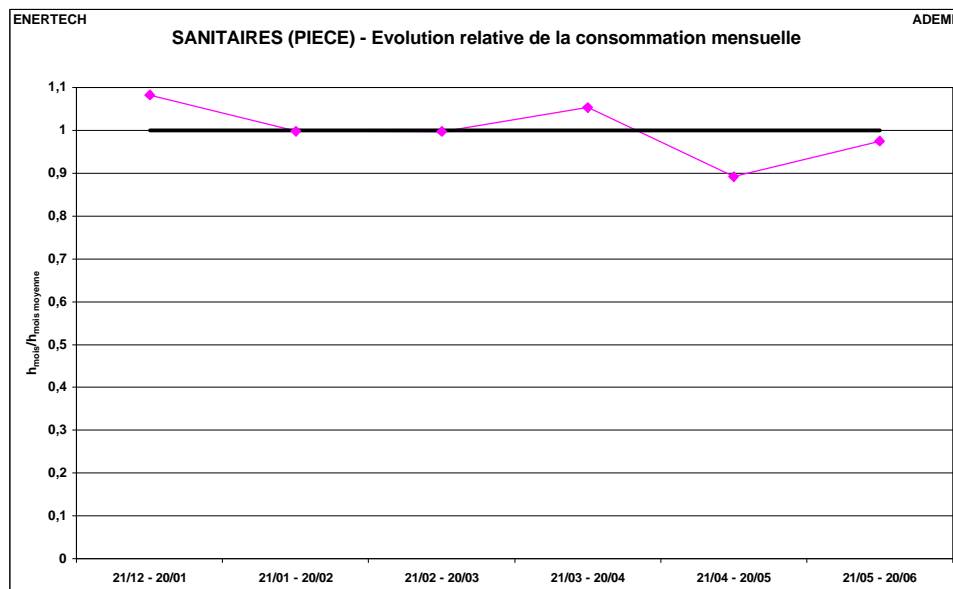


Figure A5.83 : Evolution relative de la consommation mensuelle – Sanitaires

A.5.4.4 Courbes de charges

Dès 5 heures, on observe des utilisations de l'éclairage des sanitaires mais ce n'est qu'à 10 heures que la durée de fonctionnement, avec 25%, est maximum. Cette valeur est pratiquement constante jusqu'à 18 heures. Ce profil n'est guère influencé par la saison. On remarque des oublis d'arrêt des luminaires le soir, mais ils sont moins fréquents que dans d'autres locaux comme les couloirs ou encore les salles de pause.

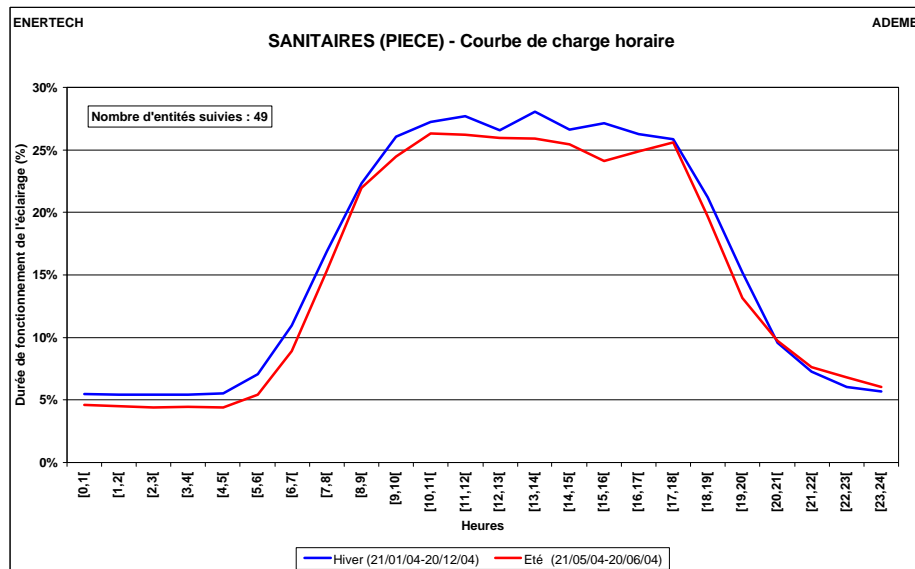


Figure A5.84 : Courbe de charge horaire – Sanitaires

A.5.4.5 Etude du fonctionnement en dehors des heures ouvrées

De toutes les pièces étudiées, les sanitaires sont celles où l'éclairage fonctionne le plus en dehors des heures ouvrées. Ainsi, comme on le remarque sur le graphique de la figure A5.85, dans la moitié des sanitaires la durée de fonctionnement en dehors des périodes de travail représentent plus de 20% du temps total d'éclairage.

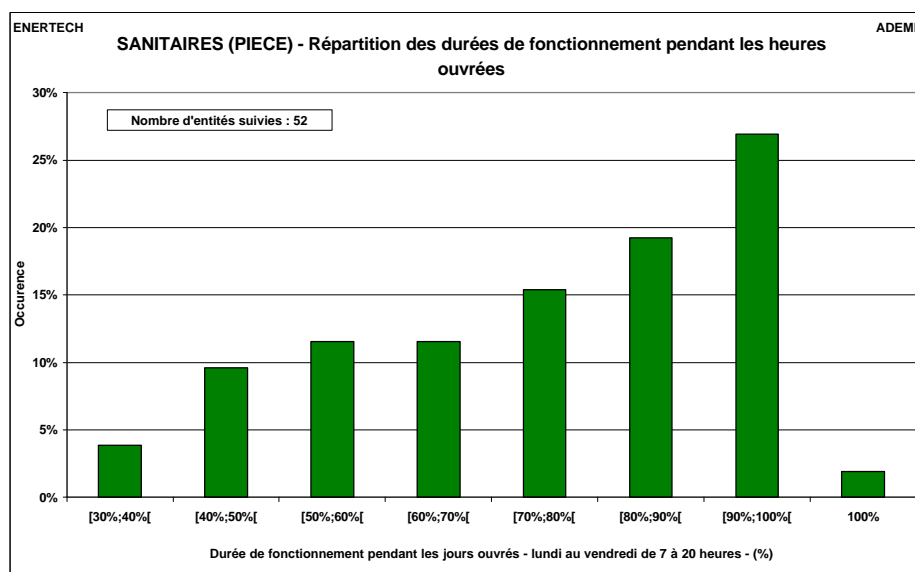


Figure A5.85 : Répartition du fonctionnement pendant les heures ouvrées – Sanitaires

Les oublis la nuit sont aussi plus fréquents : on en dénombre au moins un au cours de la période de mesures dans plus de 7 sanitaires sur 10 (fonctionnement à minuit). Dans un cas, l'éclairage fonctionne 45% des jours à minuit !

A.5.4.6 Analyse des cycles d'allumages

Les caractéristiques des cycles d'allumages des sanitaires sont données sur les figures A5.86 et A5.87.

Sanitaires	Nombre moyen de cycles par jour ouvré	Durée moyenne d'un cycle (minutes/cycle)
1 pièce (lavabo + sanitaire)	15,9	17
Lavabo	15,4	28
Cabine	12,2	40 (20*)

* : on passe de 40 à 20 minutes si on supprime de l'échantillon les deux oublis de durée supérieure à 4 heures observés au cours de la période de mesures

Figure A5.86 : Durée et nombre moyens de cycles des sanitaires

Au vue de ces deux figures, on peut conclure que les oublis d'extinction dans les sanitaires sont fréquents. Ainsi, 40% des cycles d'éclairage des « sanitaires pièces » ont une durée supérieure à 5 minutes, il en est de même pour 70% des cycles des cabines et 80% de ceux des lavabos ! Cependant on ne note pas de cycle d'allumage très long ; l'éclairage n'a jamais été oublié plus de 9 heures.

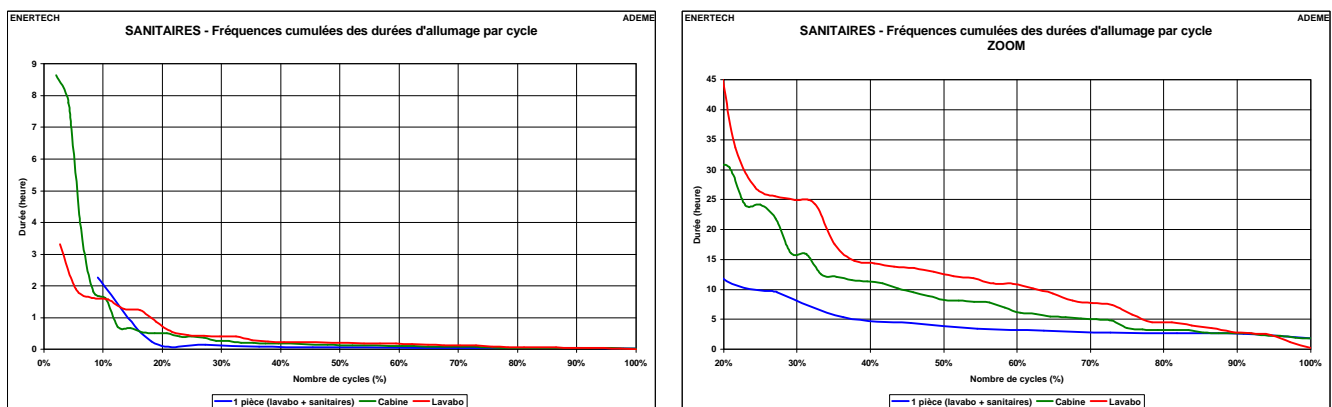


Figure A5.87: Fréquences cumulées des durées d'allumage par cycle – Sanitaires

A.5.4.7 Consommation moyenne annuelle

A.5.4.7.1 Consommation surfacique

Les sanitaires, avec 1,2 kWh/m².an, sont les locaux qui ont la plus faible consommation surfacique de tous les types de pièces suivies. Près des deux tiers ont une consommation inférieure à 1kWh/m².an.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

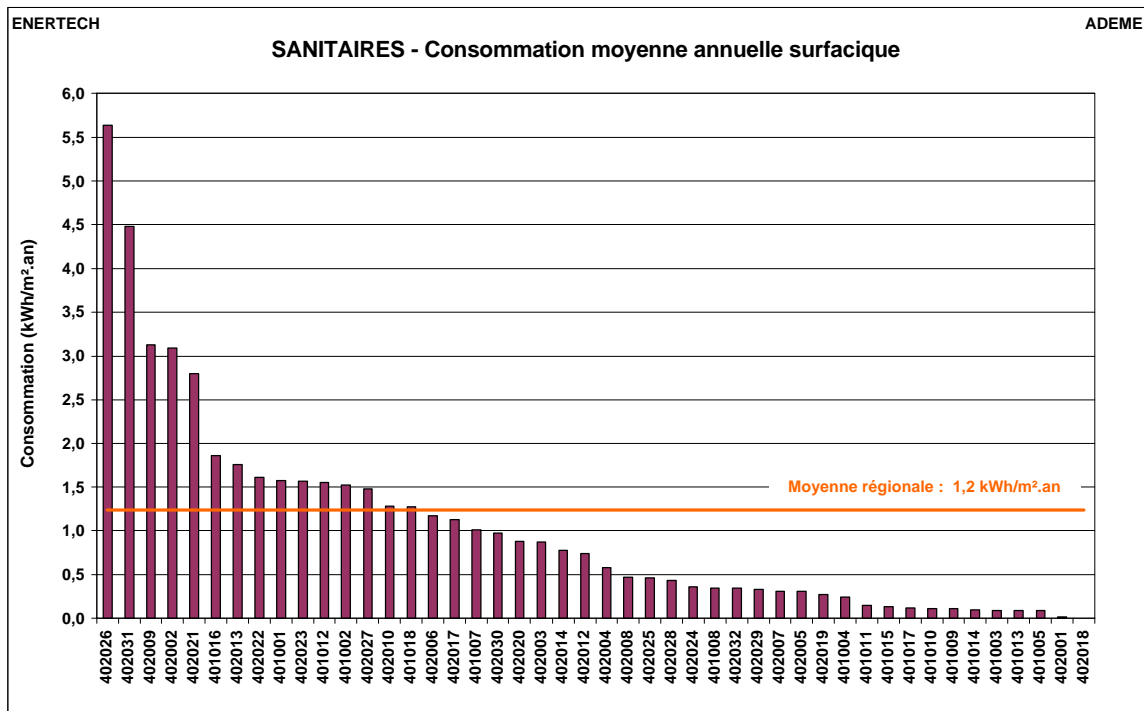


Figure A5.88 : Consommation moyenne annuelle surfacique - Sanitaires

Comme on le voit sur le graphique de la figure A5.89, on note des écarts de consommation importants (rapport 1 à 7) en fonction de la taille de l'entreprise. La moyenne régionale est supérieure de 20% à la moyenne de l'échantillon.

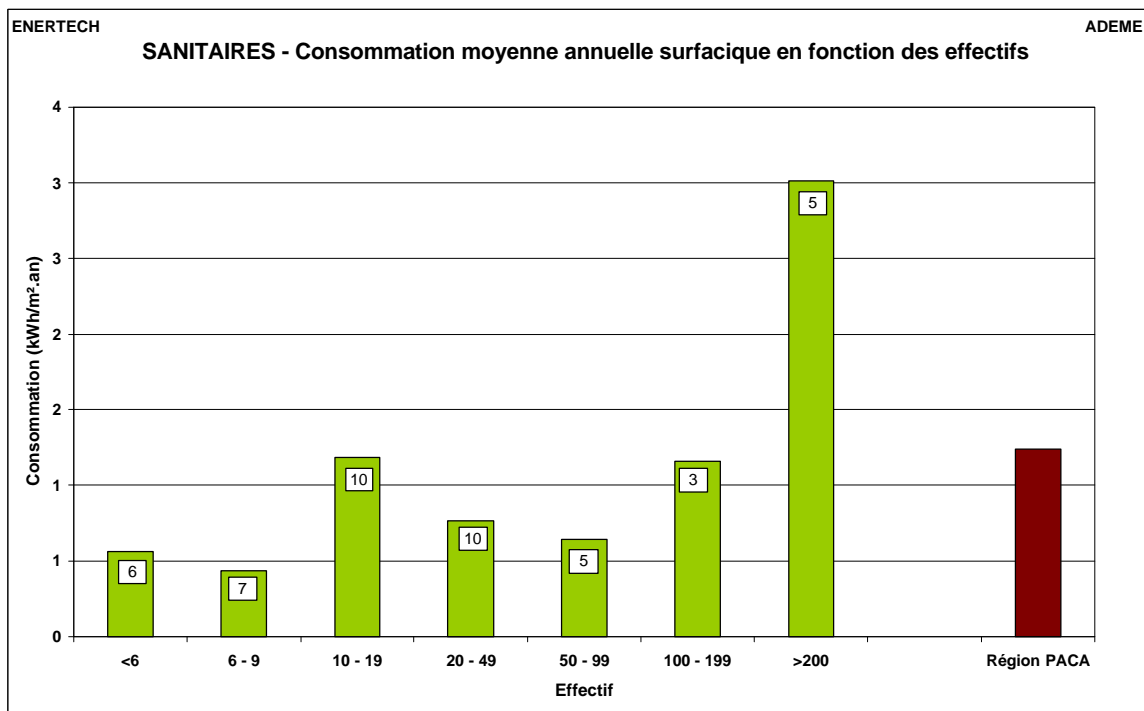


Figure A5.89 : Consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des effectifs - Sanitaires

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

Contrairement à l'ensemble des autres locaux des espaces de bureaux, ce n'est pas l'éclairage par tubes fluorescents qui dominent dans les sanitaires. Ce type de sources ne correspond qu'à 12% de la consommation totale. 82% de la consommation correspond à des ampoules à incandescence ou halogènes. Ce constat permet d'envisager des gisements d'économies importants et faciles d'accès.

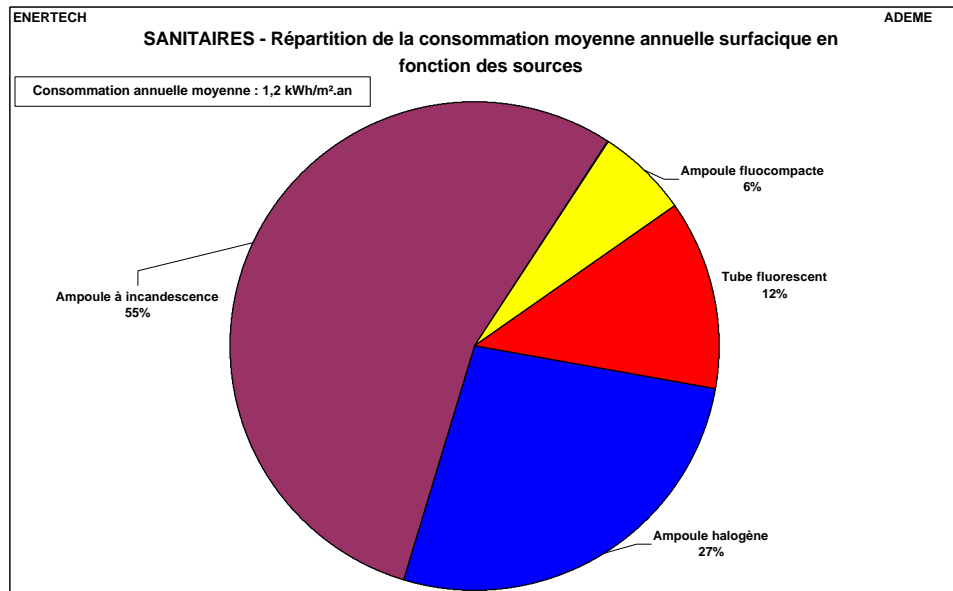


Figure A5.90 : Répartition de la consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des sources - Sanitaires

A.5.4.7.2 Consommation par personne

La consommation moyenne annuelle au niveau régionale est de 32 kWh par personne, soit 20% de plus que la valeur moyenne obtenue au niveau de l'échantillon.

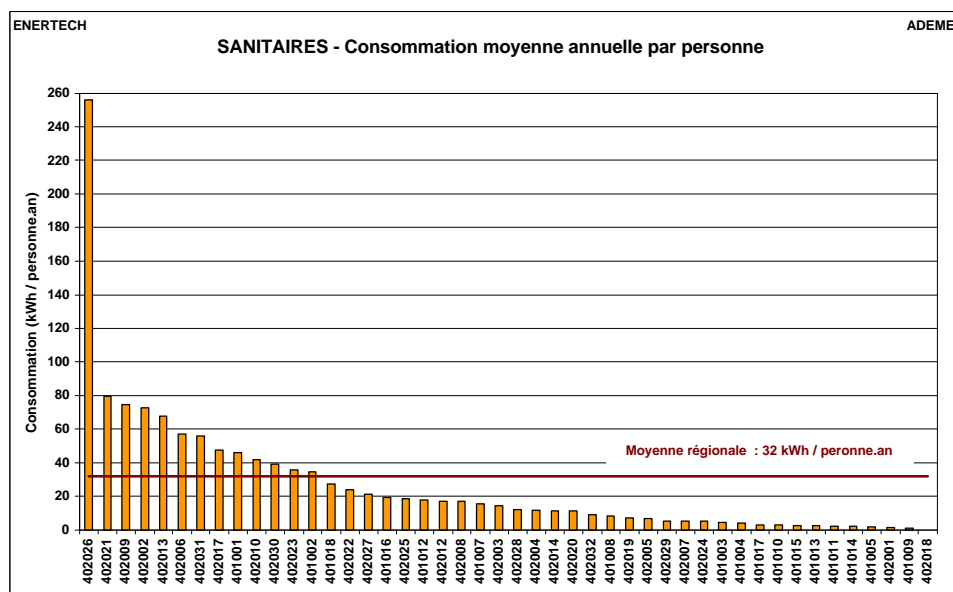
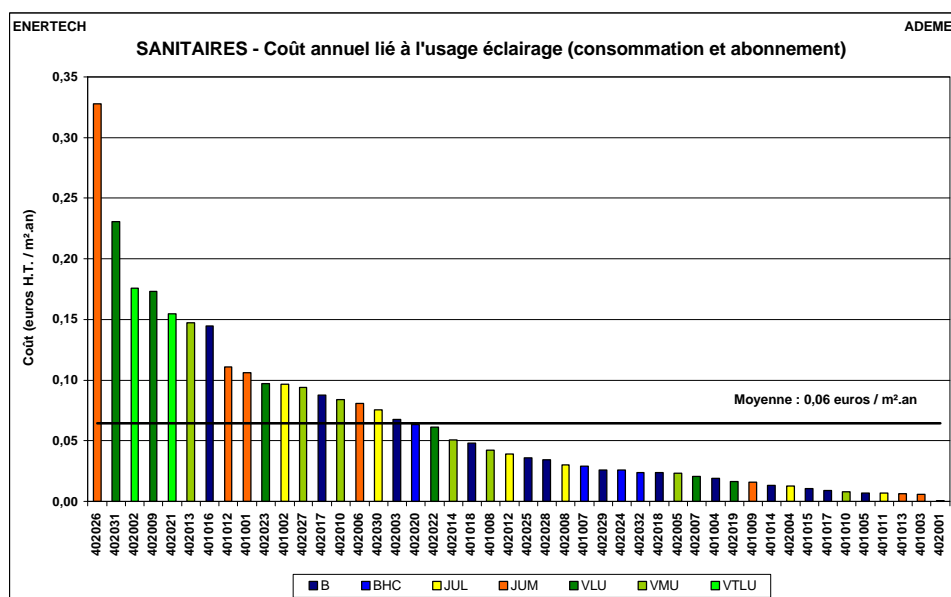


Figure A5.91 : Consommation moyenne annuelle par personne - Sanitaires

A.5.4.8 Coût

A.5.4.8.1 Coût surfacique

Le coût annuel moyen des sanitaires est de 6 centimes d'euro par an et par m². Dans toutes les entreprises de l'échantillon, il reste inférieur à 35 centimes/m².an. La part de l'abonnement dans le coût total est moins élevée que dans les autres locaux suivis. Elle ne dépasse pas 20% à l'exception de l'entreprise disposant d'un tarif vert très longues utilisations. Cela s'explique par un fonctionnement moins systématique de l'éclairage dans les sanitaires que dans les autres pièces au moment des pointes.



B : Bleu, BHC : Bleu Heures Creuses, JUM : Jaune Utilisations Moyennes, JUL : Jaune Utilisations Longues, VCU : Vertes Courtes Utilisations, VMU : Vert Moyennes Utilisations, VLU : Vert Longues Utilisations, VTLU : Vert Très Longues Utilisations.

Figure A5.92 : Coût surfacique annuel lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) - Sanitaires

Tarif	Coût total/m ² .an (euros H.T.)	Part de la consommation (%)	Part de l'abonnement (%)	Nombre d'entreprises concernées
Bleu	0,04	100%	- (*)	13
Bleu Heures creuses	0,04	100%	- (*)	4
Jaune moyennes utilisations	0,09	94%	6%	7
Jaune longues utilisations	0,04	82%	18%	7
Vert moyennes utilisations	0,06	83%	17%	7
Vert longues utilisations	0,10	81%	19%	6
Vert très longues utilisations	0,17	59%	41%	2

* : pour les tarifs bleus, nous n'avons pas calculé de coût d'abonnement

Figure A5.93 : Coût moyen, répartition abonnement/consommation en fonction du tarif - Sanitaires

A.5.4.8.2 Coût par personne

L'éclairage des sanitaires vaut, en moyenne, 1,7 euros par personne et par an. A l'exception d'une entreprise dans laquelle il s'élève à près de 15 euros/personne.an, le coût est inférieur à 6 euros/personne.an pour tout l'échantillon.

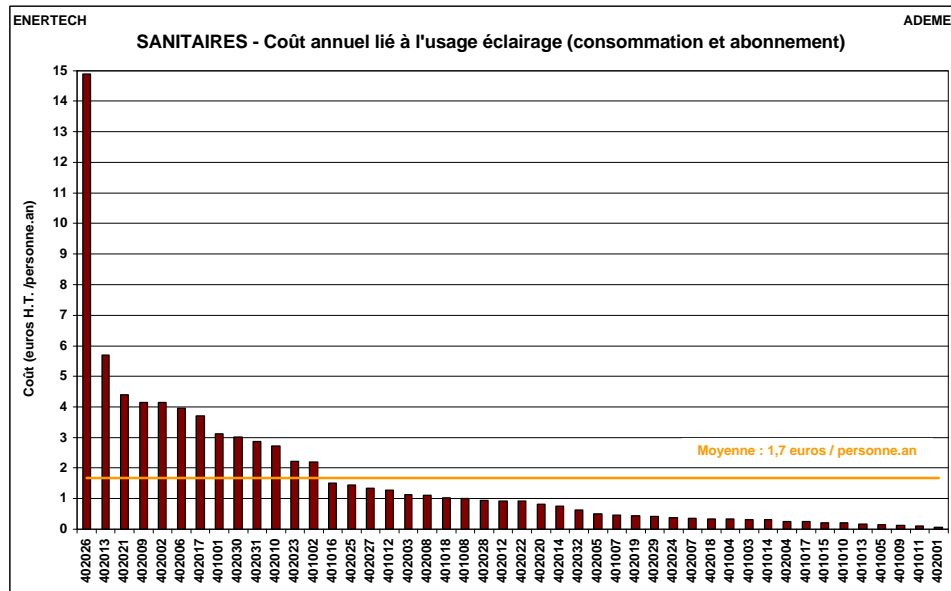


Figure A5.94 : Coût annuel par personne lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) - Sanitaires

A.5.5 CONSOMMATION TOTALE D'ECLAIRAGE

A.5.5.1 Consommation totale d'éclairage par entreprise

A.5.5.1.1 Consommation surfacique

La **consommation moyenne d'éclairage** dans les bureaux (tous locaux confondus) vaut, au niveau régional, **26,7 kWh/m².an**. C'est 34% de moins que la consommation de bureautique. Les consommations observées sur l'échantillon varient dans un rapport 1 à 47 ! Dans près d'un quart des entités suivies, la consommation d'éclairage est supérieure à 30 kWh/m².an et dans environ 40%, elle est inférieure à 20 kWh/m².an.

Annexe 5 : L'éclairage – Etat des lieux

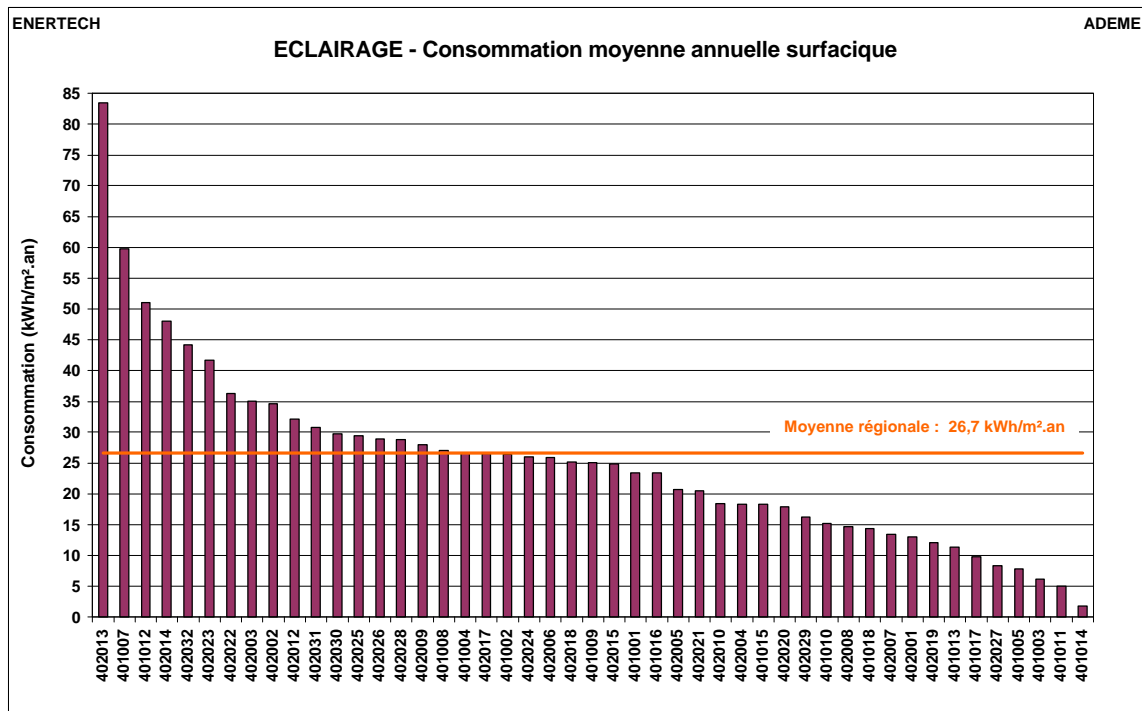


Figure A5.95 : Consommation moyenne annuelle surfacique – Tous locaux

Globalement, comme on le remarque sur le graphique de la figure A5.96, plus la taille de l'entreprise augmente plus la consommation surfacique d'éclairage est élevée. Les entreprises de moins de 50 employés ont une consommation de l'ordre de 20-25 kWh/m².an alors que dans le cas des entreprises de taille supérieure, la valeur mesurée est plus proche des 30 kWh/m².an.

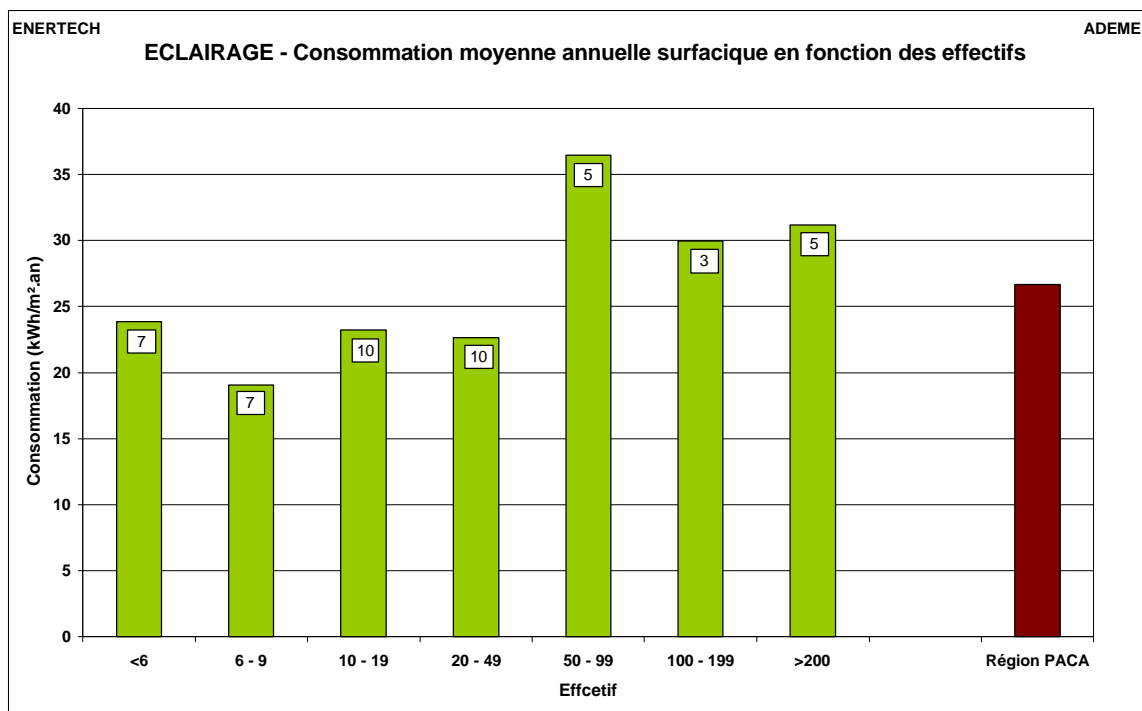


Figure A5.96: Consommation moyenne annuelle surfacique en fonction des effectifs – Tous locaux

Le graphique de la figure A5.97 indique la répartition de la consommation totale d'éclairage entre les différents locaux. La consommation des pièces de bureaux représente 58% du total, les circulations avec près d'un quart sont le deuxième plus gros consommateur. Enfin les locaux communs et les sanitaires correspondent à moins de 20% de la consommation globale.

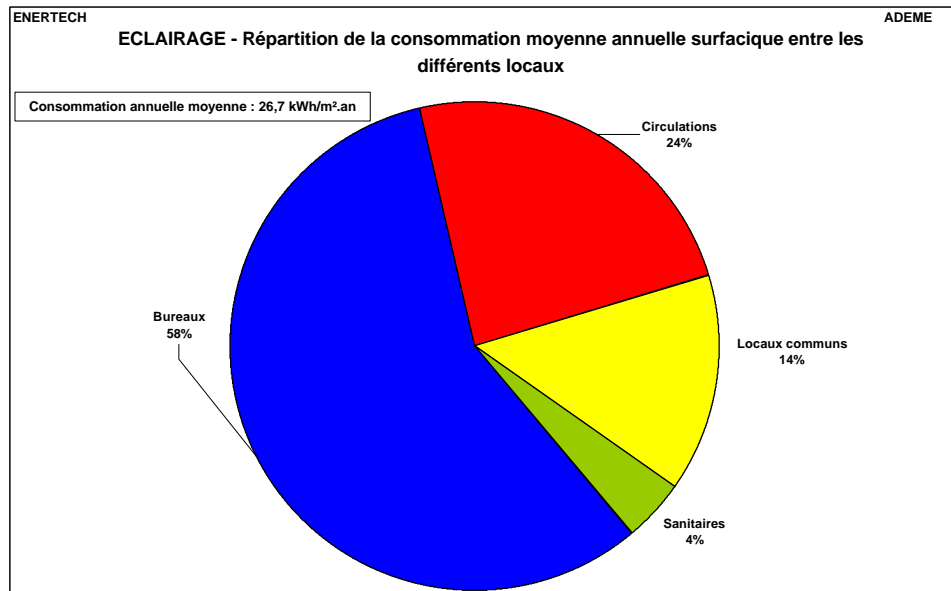


Figure A5.97 : Répartition de la consommation moyenne annuelle surfacique entre les différents locaux

A.5.5.1.2 Consommation par personne

La consommation moyenne par personne vaut, au niveau régional, 674 kWh par an, soit 77% de la consommation de bureautique. L'entreprise qui consomme le plus a une consommation égale à la somme de celles des 15 entreprises les moins consommatrices.

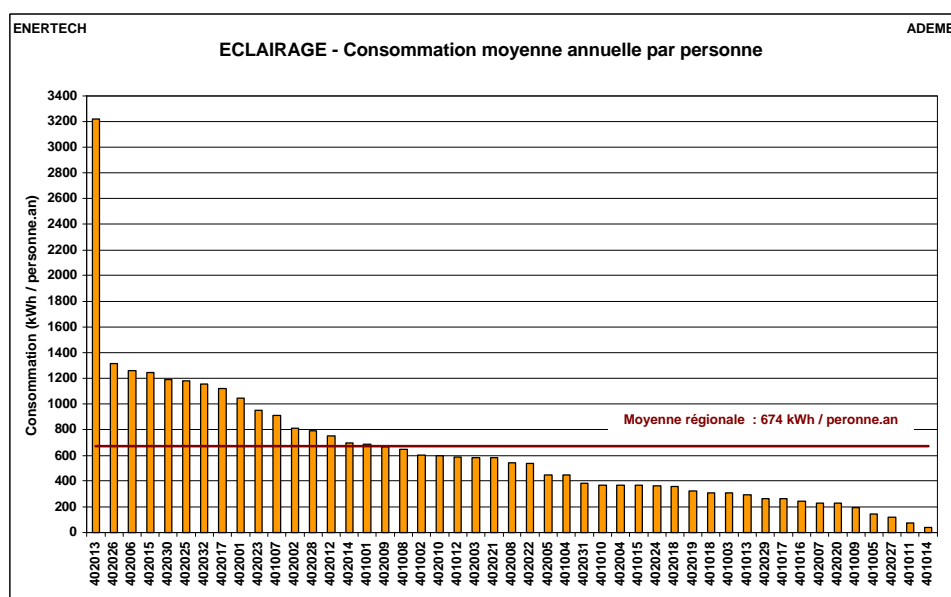


Figure A5.98 : Consommation moyenne annuelle par personne - Sanitaires

A.5.5.2 Coût total d'éclairage par entreprise

A.5.5.2.1 Coût surfacique

Le coût, au niveau de l'échantillon, de l'usage éclairage est égal à 1,8 euros/m².an. Il varie dans un rapport 1 à 36.

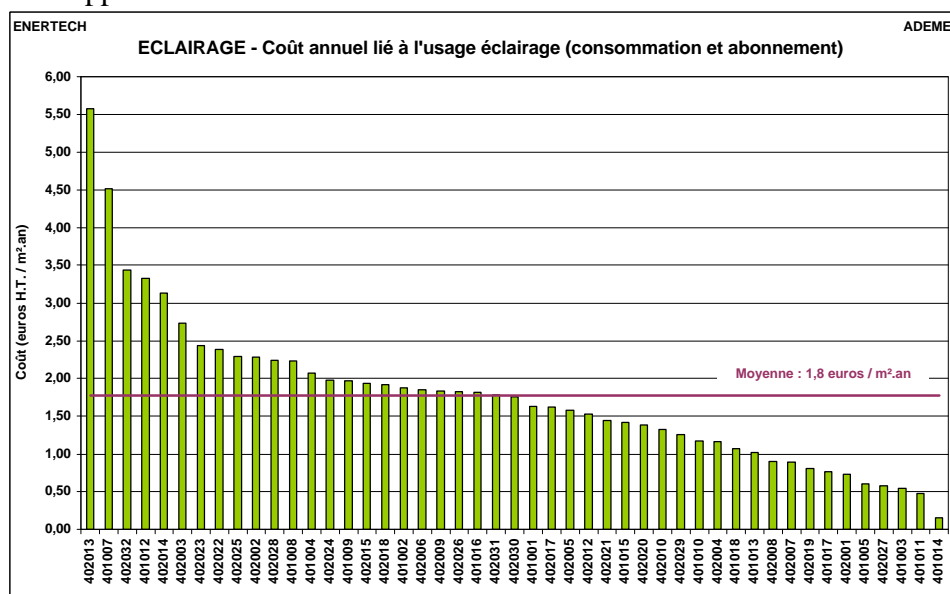


Figure A5.99 : Coût surfacique annuel lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) – Tous locaux

A.5.5.2.2 Coût par personne

Le coût moyenne de l'éclairage vaut 44 euros par an et par personne. Dans 30% des entreprises, il est supérieur à 50 euros/personne.an et dans 21%, il est inférieur à 20 euros/personne.an.

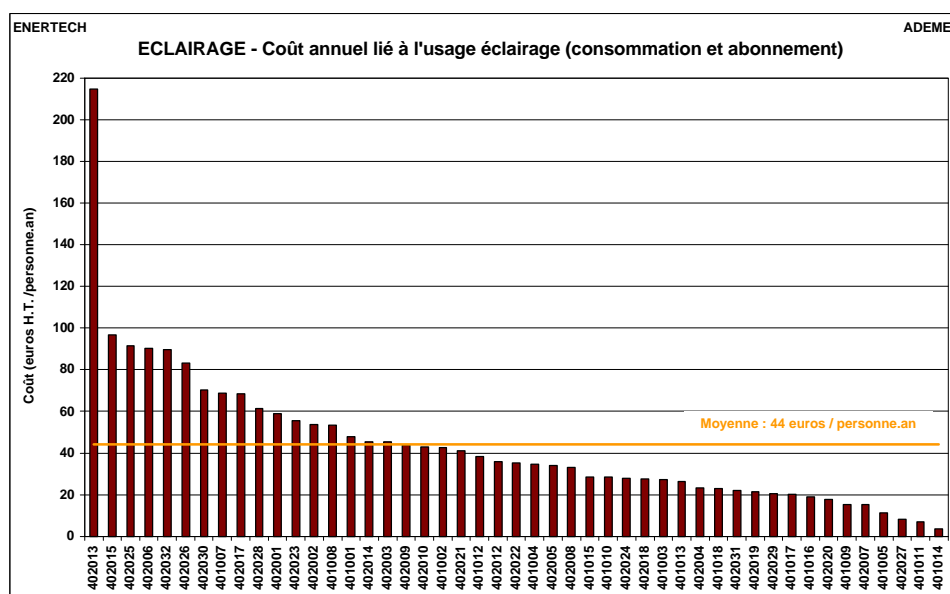


Figure A5.100: Coût annuel par personne lié à l'usage éclairage (consommation et abonnement) – Tous locaux

A.5.5.3 Fonctionnement de l'éclairage au moment des pointes régionales

On a déjà évoqué la raison principale de la création du Plan Eco Energie : la réduction de la puissance appelée au moment des pointes régionales de consommation. Dans les paragraphes suivants, on étudie la puissance appelée par l'éclairage à ces heures.

A.5.5.3.1 Puissance appelée par l'éclairage pendant la pointe d'hiver

La pointe d'hiver a lieu, au niveau régional, à 19 heures. Pour connaître la puissance appelée à ce moment on a étudié la puissance appelée par les différents foyers lumineux suivis entre 19 et 20 heures pendant la période allant du 21 janvier au 20 février 2004. le graphique de la figure A5.101 résume les résultats obtenus. On voit qu'à l'échelle régionale, la puissance moyenne appelée au moment de la pointe d'hiver est de 4,5 W/m².

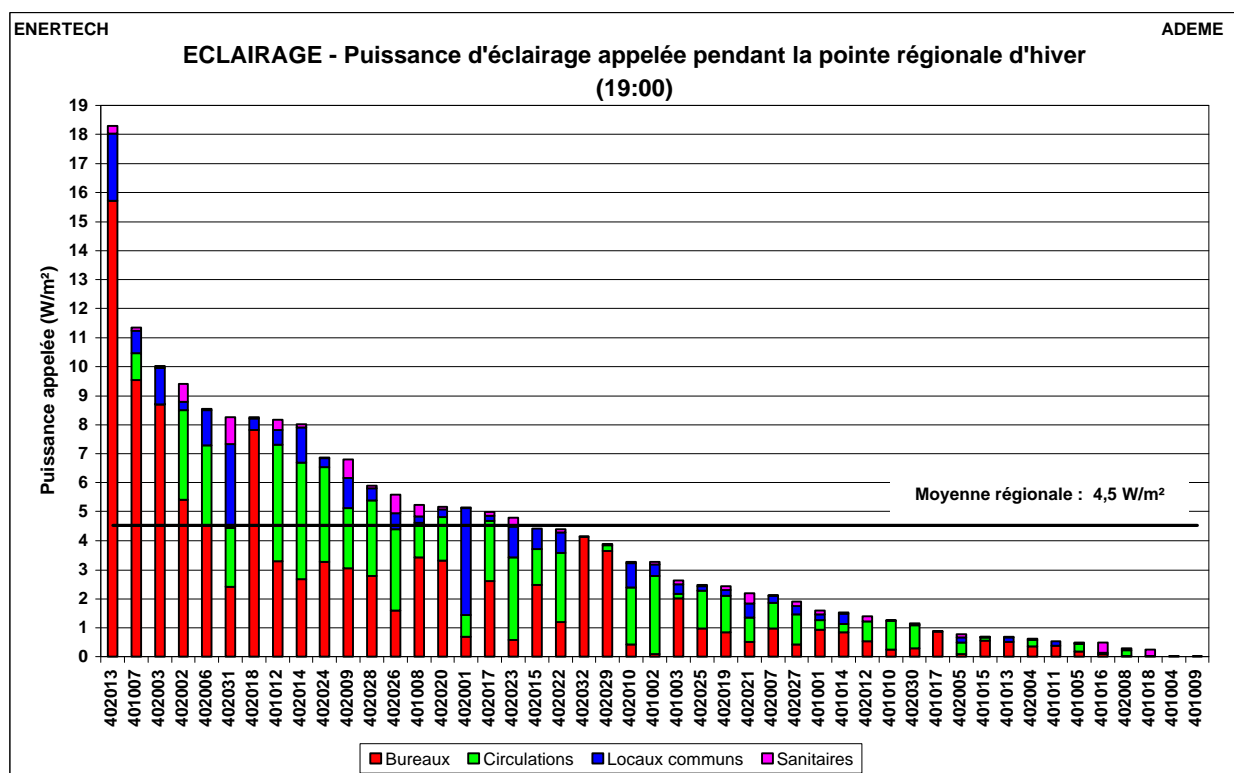


Figure A5.101 : Histogramme des puissances d'éclairage appelées pendant la pointe régionale d'hiver (19:00)

En moyenne, la répartition de la puissance appelée au moment de la pointe est la suivante :

- Bureaux : 46%
- Circulations : 33%
- Salles communes : 12%
- Sanitaires : 9%

A.5.5.3.2 Puissance appelée par l'éclairage pendant la pointe d'été

La pointe d'été a lieu à 13 heures. Pour calculer les puissances données sur l'histogramme de la figure A5.102 on a utilisé les données de la période allant du 21 mai au 20 juin 2004 entre 13 et 14 heures. La puissance appelée au moment de la pointe d'été est plus importante que pendant la pointe d'hiver (6,0 W/m² au niveau régional).

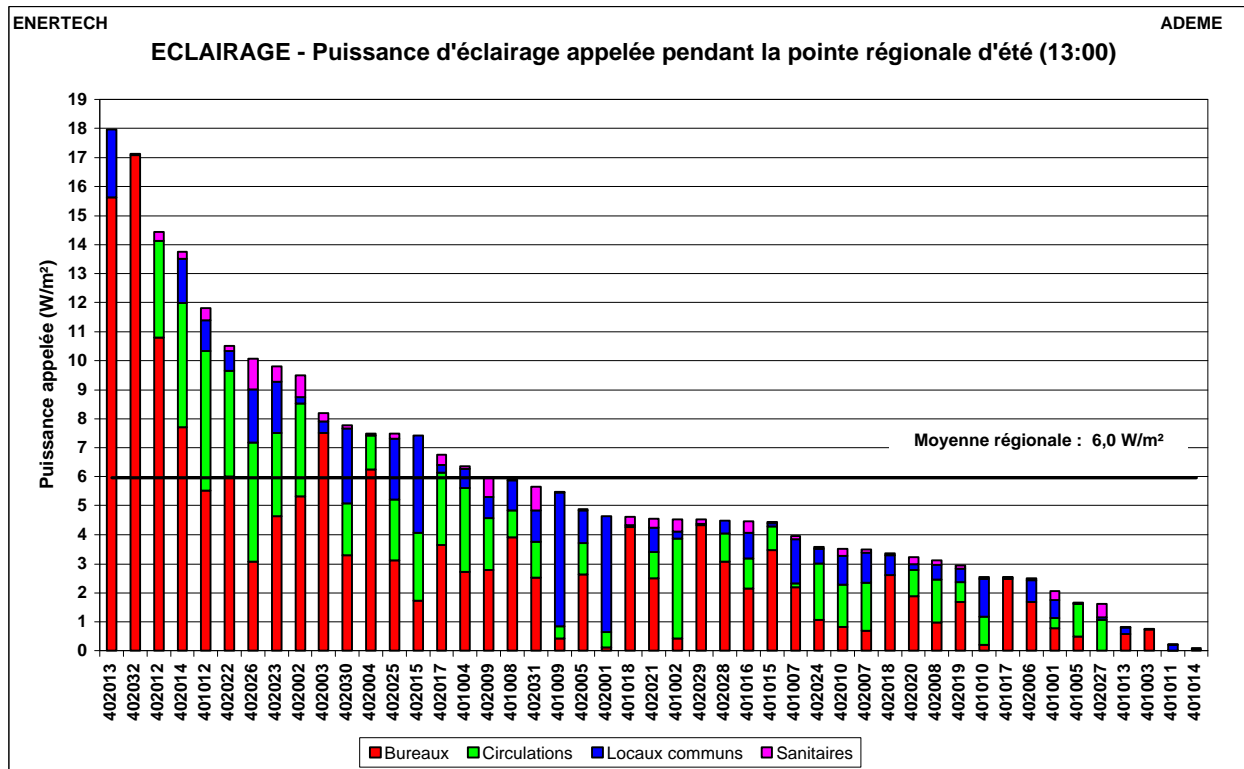


Figure A5.102 : Histogramme des puissances d'éclairage appelées pendant la pointe régionale d'été (13:00)

En moyenne, la répartition de la puissance appelée au moment de la pointe est la suivante :

- Bureaux : 50%
- Circulations : 24%
- Salles communes : 20%
- Sanitaires : 6%

ANNEXE 6 : LES ECRANS – ECONOMIES

A.6.1 ECONOMIES ENVISAGEABLES GRACE A L'ACTIVATION DU GESTIONNAIRE DE VEILLE

A.6.1.1 Réduction des durées de fonctionnement

Le graphique de la figure A6.1 présente, pour l'ensemble des écrans qui n'étaient pas pilotés par Energy Star, la réduction moyenne de la durée de marche possible en fonction du délai d'activation du gestionnaire d'énergie. On fait l'hypothèse que le gestionnaire d'énergie ne subit aucun dysfonctionnement et que la puissance appelée en veille est égale à la puissance appelée à l'arrêt. Lorsque cette dernière n'est pas connue, on donne comme puissance de veille, la valeur moyenne trouvée pour l'échantillon. Il s'agit donc de la réduction maximale envisageable.

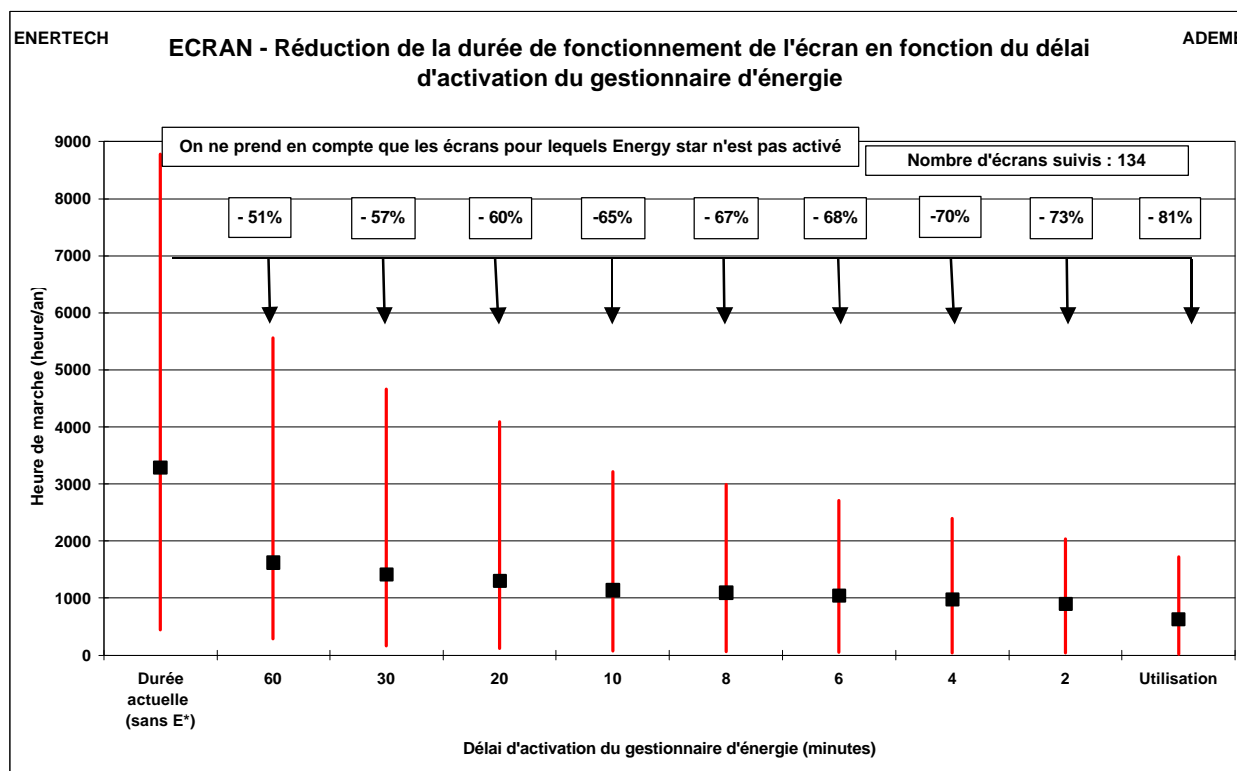


Figure A6.1 : Réduction de la durée de marche en fonction du délai d'activation du gestionnaire d'énergie

La durée est divisée par plus de deux si on règle le délai d'activation à 60 minutes ce qui est une valeur trop élevée. Si les écrans avaient été configurés en usine (délai standard : 20 minutes), ils fonctionneraient 60% de temps en moins. Enfin, si on juge (comme cela paraît légitime) que 10 minutes est le délai de passage en veille que l'on devrait fixer, la réduction de durée de fonctionnement est de 65%. **Pour les écrans ne disposant actuellement d'aucun gestionnaire de veille, le temps de marche peut être réduit des deux tiers si on fixe un**

délai de passage en veille de 10 minutes. 54% des écrans sont concernés par cette disposition.

On peut également réduire la durée de fonctionnement des écrans passant actuellement en veille en réduisant la durée d'activation de cet état à 10 minutes. Cette action permettra de réduire le temps de marche de 14% pour un délai d'activation initial de 20 minutes, 26% pour un délai de 30 minutes et 34% pour un délai de 60 minutes.

Si tous les écrans passent en veille au bout de 10 minutes d'inactivité, la durée de fonctionnement passe de 11,2 à 5,4 heures par jour ouvré (graphique de la figure A6.2).

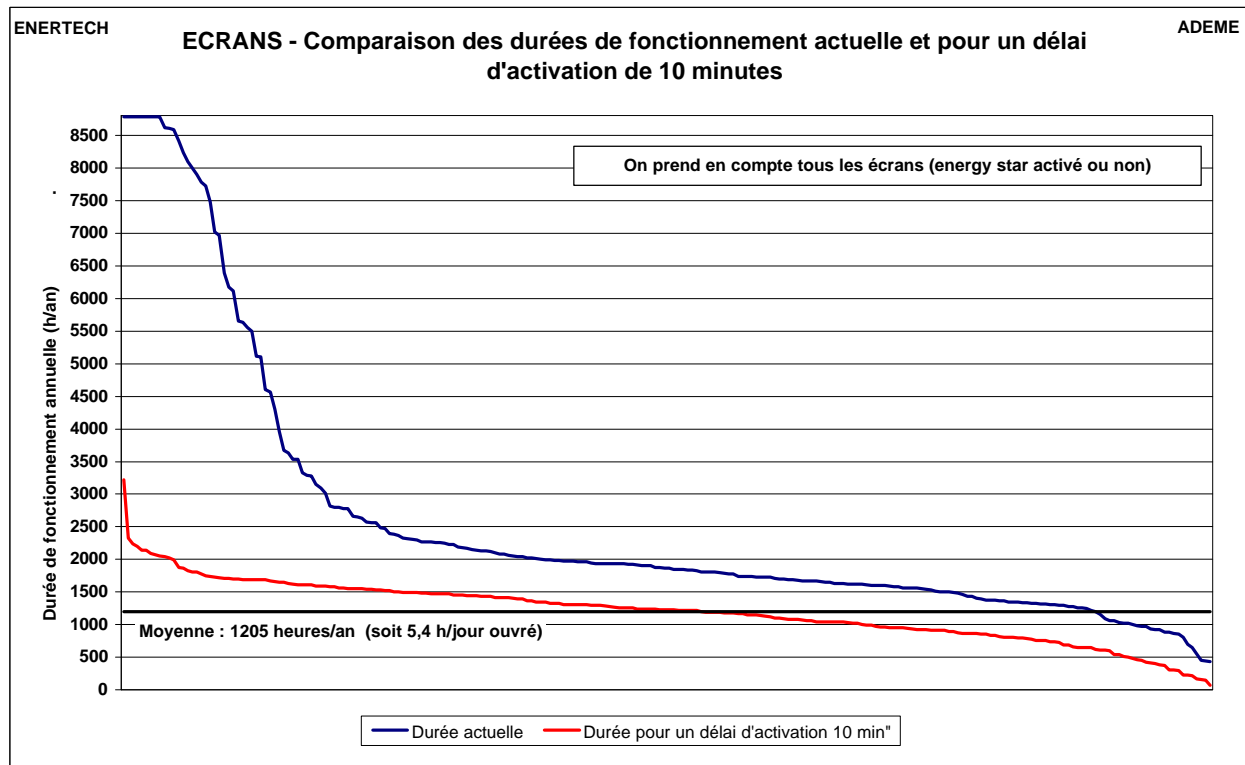


Figure A6.2 : Histogramme des taux de fonctionnement pour un délai d'activation du gestionnaire d'énergie de 10 minutes

A.6.1.2 Réduction des consommations

A.6.1.2.1 Suppression de la consommation à l'arrêt

On a vu que 94% des écrans suivis présentaient une consommation non nulle à l'arrêt. Grâce à une barrette multiprise avec interrupteur, on peut facilement supprimer cette consommation. Quand l'utilisateur éteint son ordinateur, il suffit qu'il actionne en même temps l'interrupteur de la barrette pour supprimer toute consommation.

En moyenne pour les ordinateurs ne possédant pas de gestion d'énergie (écrans présentant une consommation à l'arrêt ou non), la suppression de la consommation à l'arrêt permet d'économiser **9 kWh/an, soit 5%** de leur consommation totale. Si on ne s'intéresse qu'aux moniteurs présentant une consommation à l'arrêt, l'économie est de 12 kWh/an, soit 7% de leur consommation totale.

A.6.1.2.2 Activation du gestionnaire de veille

A.6.1.2.2.1 Economie moyenne

Le graphique de la figure A6.3 représente, pour l'ensemble des écrans qui ne sont pas pilotés par Energy Star, la réduction de consommation (en marche) possible pour différentes temporisations du gestionnaire d'énergie. **Pour un délai d'activation de 10 minutes, la consommation peut être réduite de 55%** (par rapport à la consommation initiale).

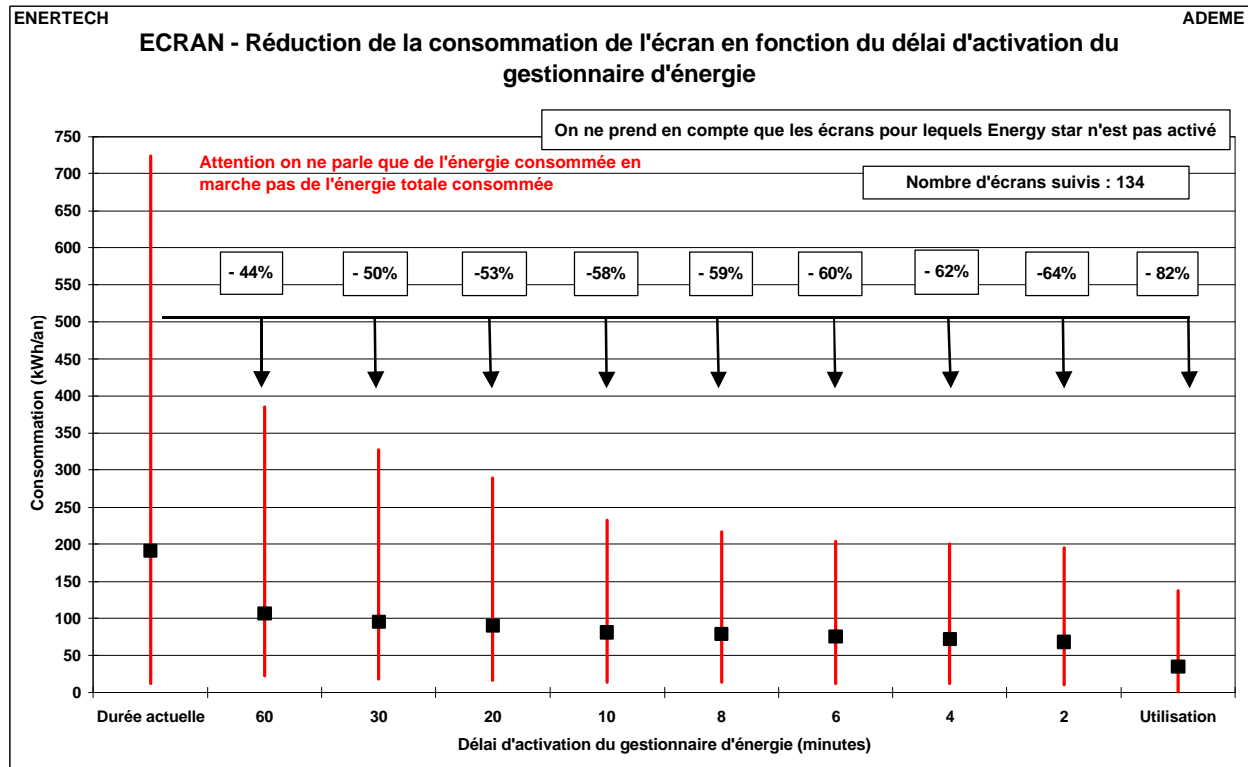


Figure A6.3 : Réduction de la consommation de marche en fonction du délai d'activation du gestionnaire d'énergie

Pour un écran ne passant pas en veille automatiquement, l'économie moyenne possible en supprimant la consommation à l'arrêt et en activant le gestionnaire d'énergie (délai : 10 minutes) s'élèvent à 119 kWh par an, ce qui représente 60% de sa consommation totale.

Pour les écrans fonctionnant déjà sous le contrôle d'un gestionnaire d'énergie, les économies supplémentaires obtenues par abaissement à 10 minutes du délai d'activation de ce gestionnaire sont :

- 7 kWh/an (7% de la consommation initiale de marche) pour les moniteurs possédant actuellement un délai d'activation de 20 minutes
- 9 kWh/an (12% de la consommation initiale de marche) pour les moniteurs possédant actuellement un délai d'activation de 30 minutes
- 26 kWh/an (23% de la consommation initiale de marche) pour les moniteurs possédant actuellement un délai d'activation de 60 minutes.

A.6.1.2.2.2 Economie par entreprise

Comme on le remarque sur le graphique A6.4, l'économie est très variable d'une entreprise à l'autre. Dans un cas même l'activation du gestionnaire d'énergie entraîne une légère surconsommation. En fait, il s'agit d'un bâtiment public dans lequel les ordinateurs sont très peu utilisés et les écrans sont consciencieusement arrêtés après chaque utilisation. Dans 27% des cas l'économie moyenne envisageable par unité centrale est supérieure à 200 kWh/an et dans 46%, elle est inférieure à 50 kWh/an.

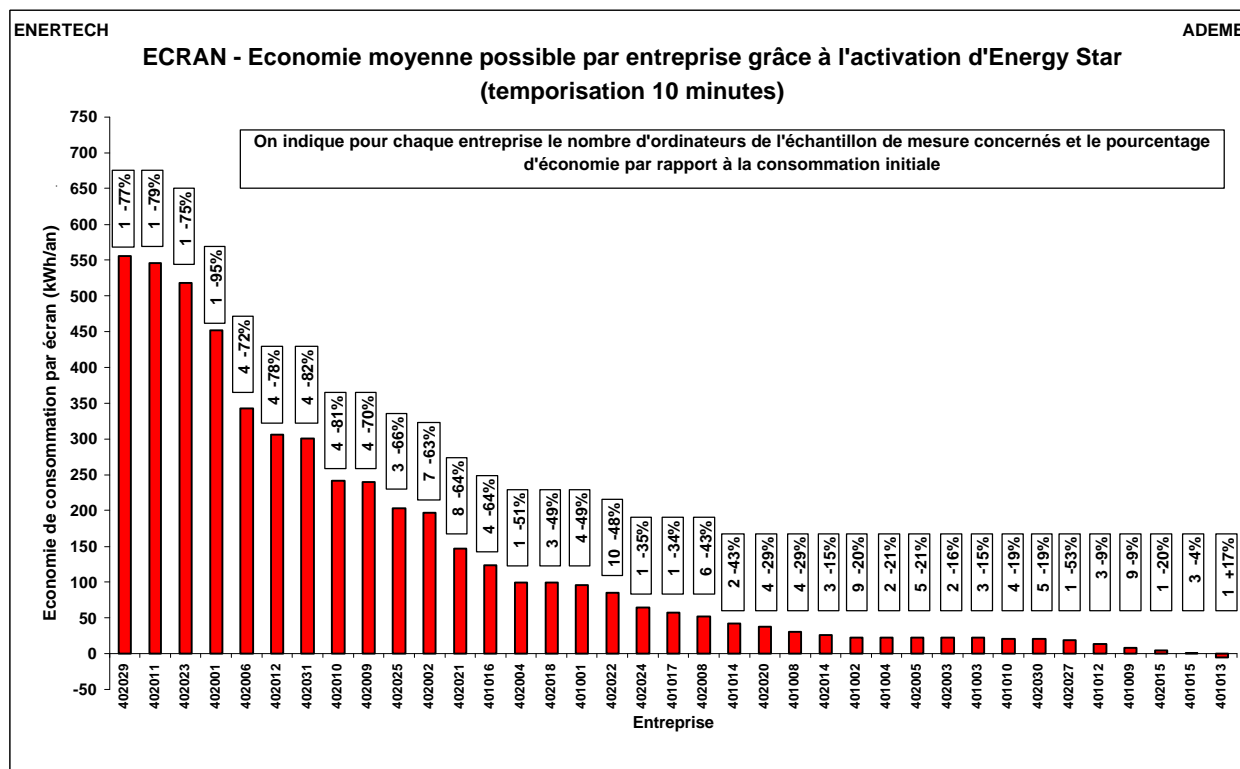


Figure A6.4 : Economie moyenne par écran en fonction de l'entreprise

A.6.2 CONSOMMATION MINIMALE ENVISAGEABLE

On peut réaliser l'économie maximale en remplaçant les écrans existants par des modèles 15" plats munis d'un gestionnaire d'énergie (délai de passage en veille : 10 minutes). Sur le graphique de la figure A6.5, on représente les économies envisageables pour chaque type de moniteur. Quelle que soit la taille de l'écran, sa consommation est divisée par plus de 6. L'économie est comprise entre 179 et 466 kWh par an et par écran. L'économie augmente avec la taille de l'écran.

En moyenne, un écran plat 15" muni d'un gestionnaire d'énergie paramétré à 10 minutes consomme 27 kWh/an. Les variations sur l'échantillon sont encore importantes puisque les consommations varient dans un rapport 1 à 26.

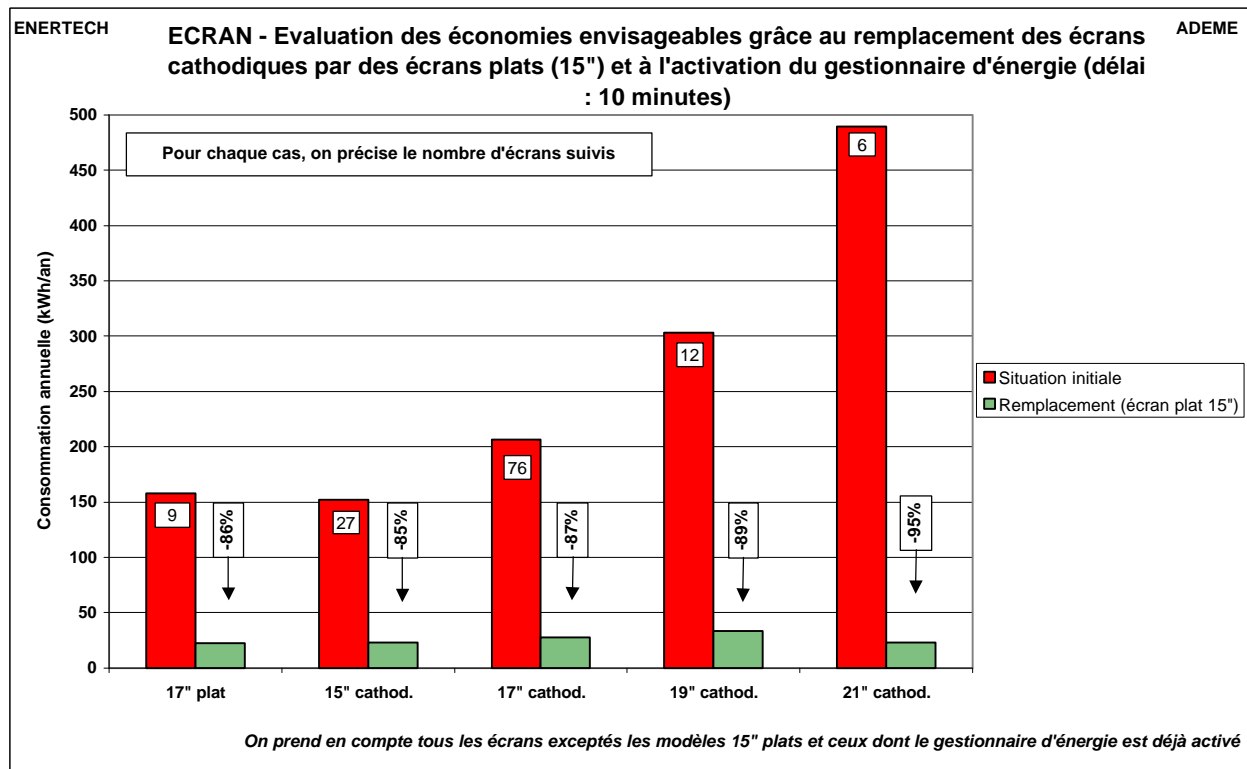


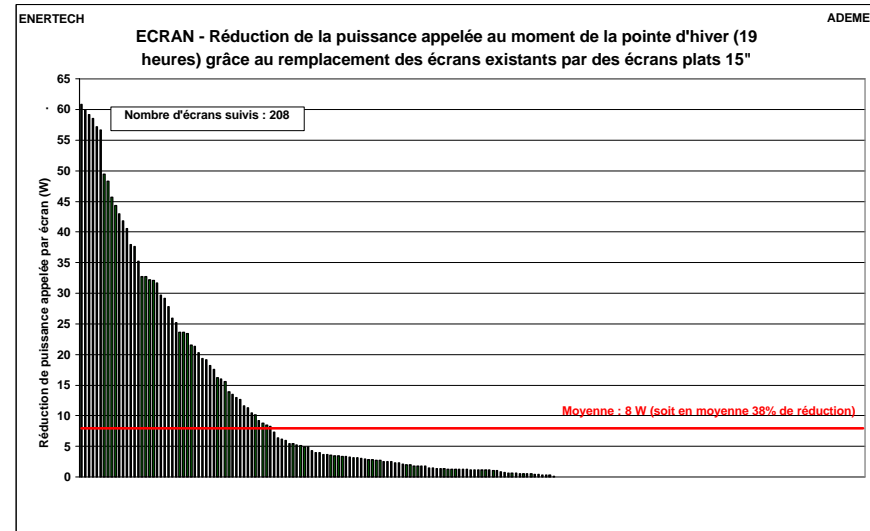
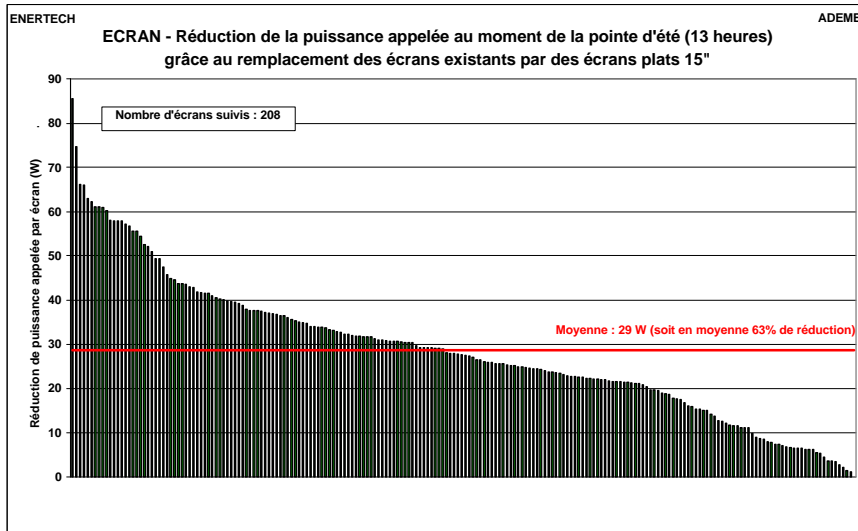
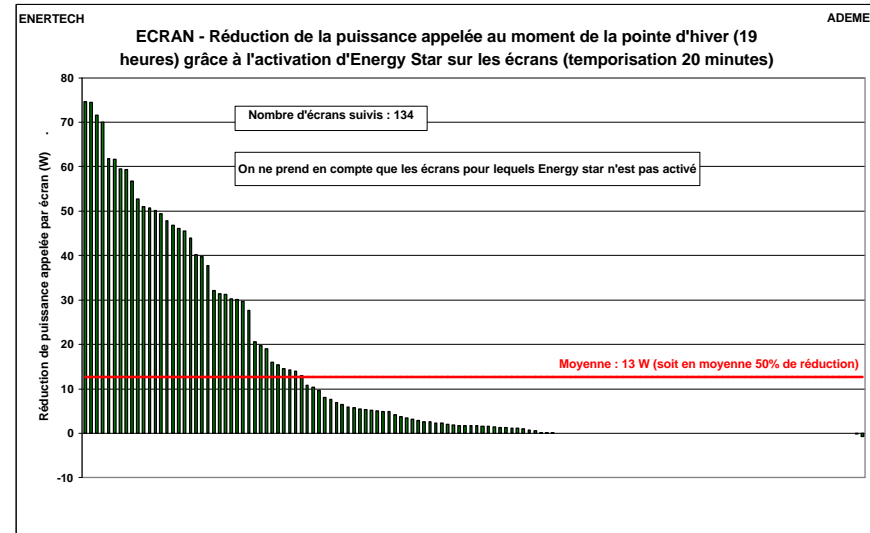
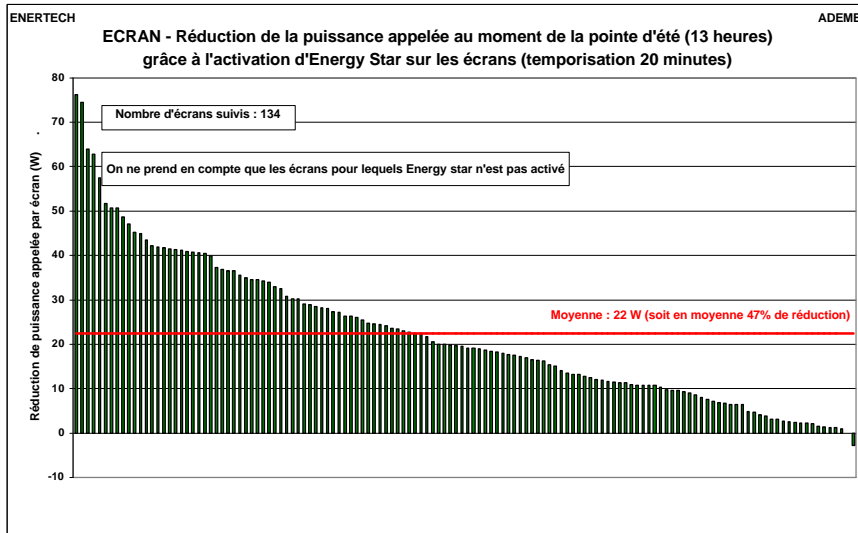
Figure A6.5 : Economies possibles grâce au remplacement des écrans existants par des modèles 15" plats munis d'un gestionnaire d'énergie (délai : 10 minutes)

A.6.3 REDUCTION DE LA PUISSANCE APPELEE AU MOMENT DE LA POINTE

Les graphiques de la figure A6.6 présentent la réduction de puissance envisageable au moment de la pointe régionale d'hiver (19 heures) et d'été (13 heures) pour les différents scénarios envisageables. On peut apporter les commentaires suivants :

- La seule activation du gestionnaire d'énergie permet de diviser par deux la puissance appelée par les écrans, aussi bien pour la pointe d'hiver que pour celle d'été.
- En valeur absolue, la réduction est plus importante en été qu'en hiver du fait de l'heure où les pointes se produisent. Ainsi beaucoup d'utilisateurs n'arrêtent pas leurs écrans pour la pause déjeuner alors qu'ils sont plus nombreux à le faire le soir en quittant leur travail.

Annexe 6 : Les écrans – Economies



Annexe 6 : Les écrans – Economies

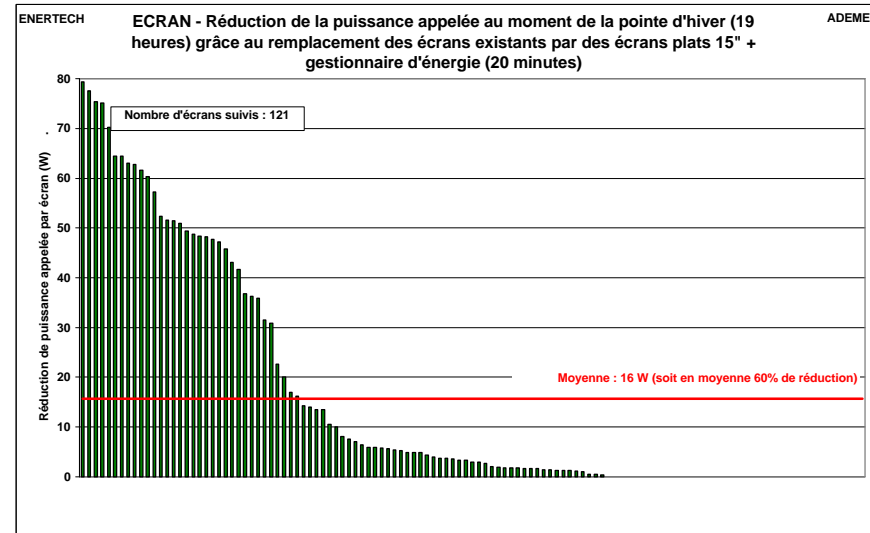
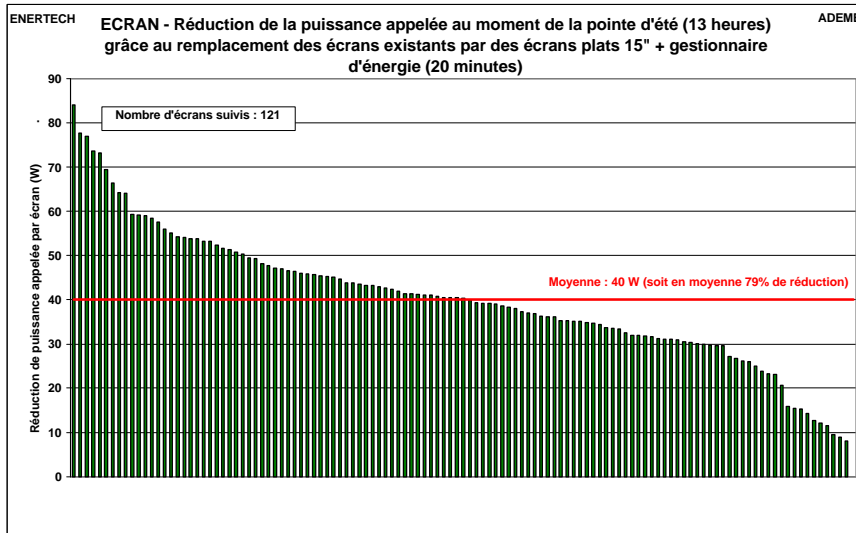


Figure A6.6 : Réductions de puissance possibles pour les écrans au moment des pointes régionales grâce à l'utilisation d'écrans plats 15" et / ou l'activation du gestionnaire d'énergie (délai : 20 minutes)

ANNEXE 7 : LES UNITES CENTRALES – ECONOMIES

A.7.1 ECONOMIES ENVISAGEABLES GRACE A L'ACTIVATION DU GESTIONNAIRE DE VEILLE

A.7.1.1 Réduction des durées de fonctionnement

Le graphique de la figure A7.1 représente les réductions moyennes de temps de marche des unités centrales en fonction des délais d'activation du gestionnaire d'énergie. On a fait l'hypothèse d'un seul niveau de veille de puissance égale à la puissance appelée à l'arrêt (même hypothèse que pour les écrans).

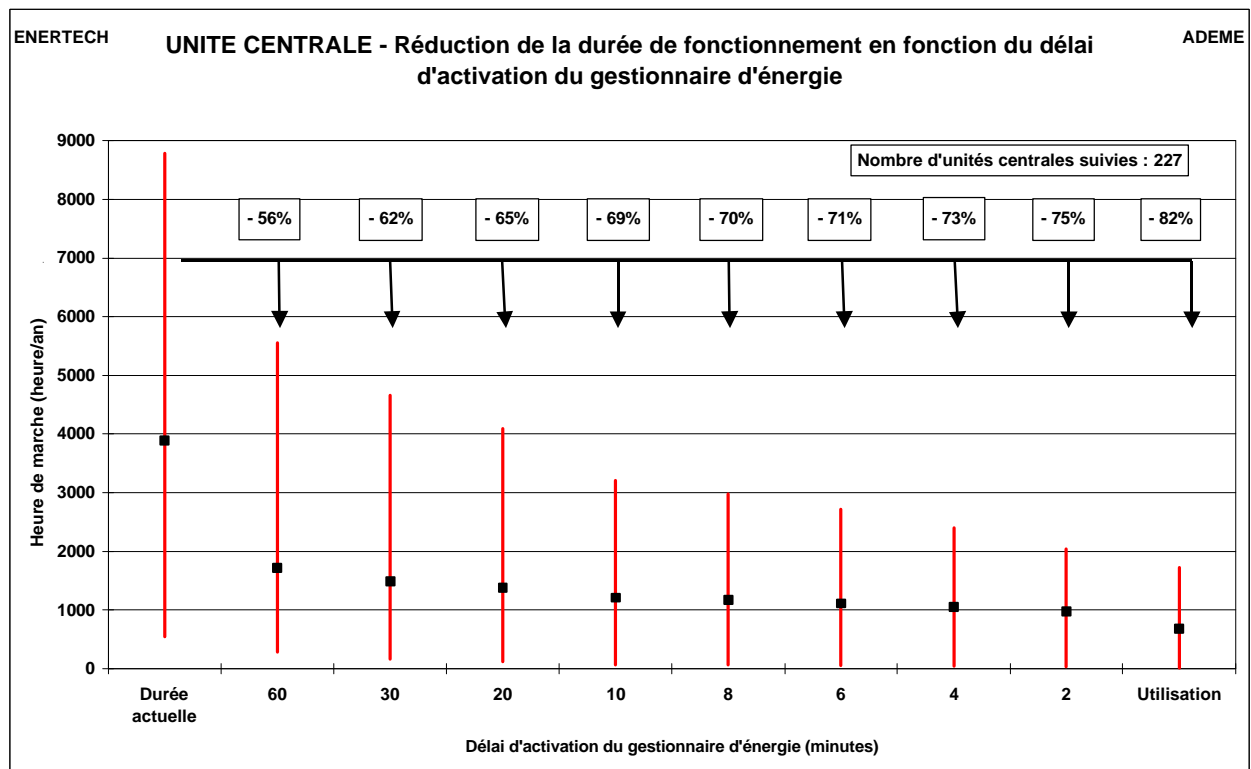


Figure A7.1 : Réduction de la durée de marche en fonction du délai d'activation du gestionnaire d'énergie

On peut réduire de 53% la durée de fonctionnement des unités centrales grâce au paramétrage du gestionnaire d'énergie à 20 minutes. Le taux de fonctionnement moyen comparé à une année de travail est alors de 88%, soit 6,1 heures de marche par jour, soit environ 45 minutes de fonctionnement de plus que les écrans (délai d'activation du gestionnaire d'énergie : 10 minutes).

A.7.1.2 Réduction des consommations

A.7.1.2.1 Suppression de la consommation à l'arrêt

L'utilisation d'une barrette multiprise avec interrupteur pour supprimer la consommation à l'arrêt qui existe sur toutes les unités centrales permet de réduire en moyenne la consommation de 14 kWh/an soit 7% de la consommation totale annuelle. Cependant, si on ne considère que les unités centrales qui possèdent une consommation à l'arrêt non nulle (donc celles qui ne fonctionnent pas en permanence), l'économie s'élève à 16 kWh/an, ce qui représente 16% de leur consommation totale annuelle.

A.7.1.2.2 Activation du gestionnaire de veille

A.7.1.2.2.1 Economie moyenne

Pour un délai d'activation du gestionnaire d'énergie de **20 minutes**, la consommation d'une unité centrale peut être réduite de **104 kWh/an**, soit une économie de **51% par rapport à la consommation initiale**. Si on associe cette mesure à la **suppression** de la **consommation à l'arrêt** (barrette multiprises), l'économie s'élève à **117 kWh/an**, soit **58% de la consommation initiale**.

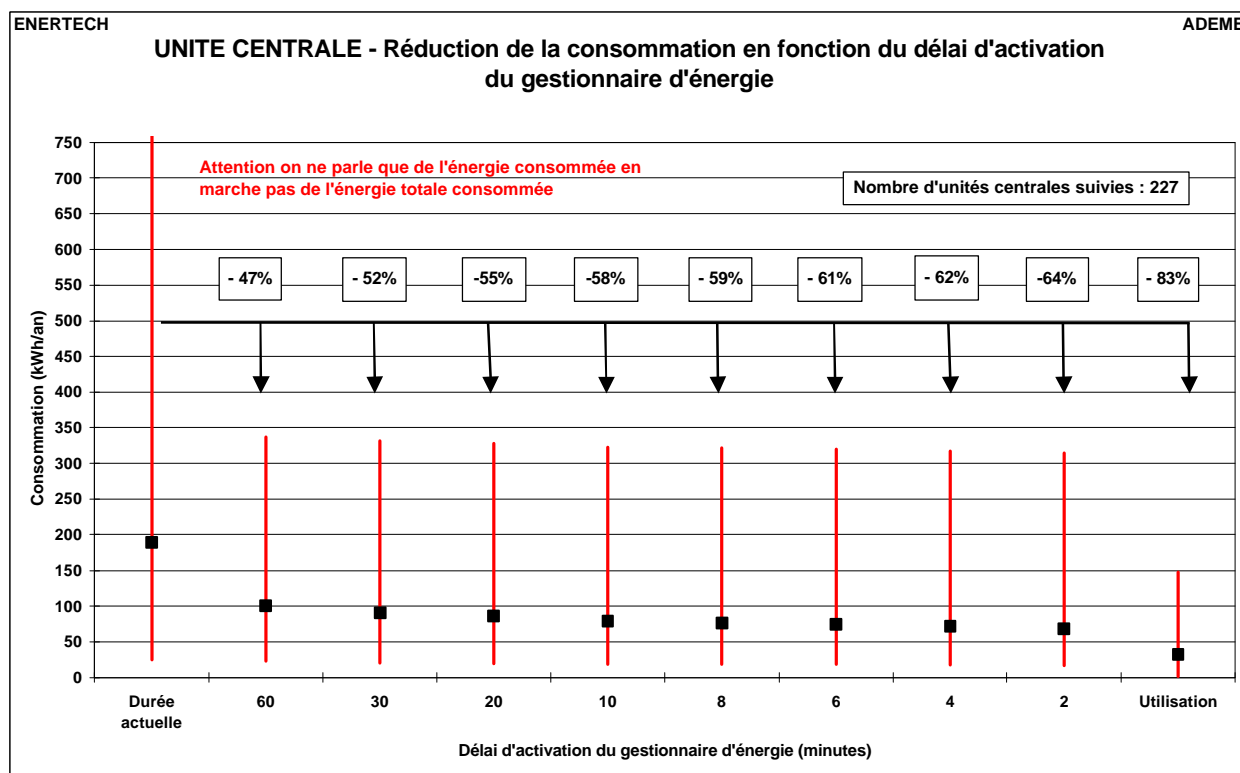


Figure A7.2 : Réduction de la consommation de marche en fonction du délai d'activation du gestionnaire d'énergie

A.7.1.2.2.2 Economie par entreprise

Le graphique de la figure A7.3 donne l'économie moyenne que l'on peut réaliser sur une unité centrale pour les différentes entreprises de l'échantillon. L'économie possible varie de 15 à 475 kWh/an.unité centrale. Pour 22% des entreprises visitées, l'économie est supérieure à 200 kWh/an.unité centrale et dans 39% des cas elle est inférieure à 50 kWh/an.unité centrale. Dans le cas extrême, une entreprise peut réduire la consommation de ses unités centrales de 88% !

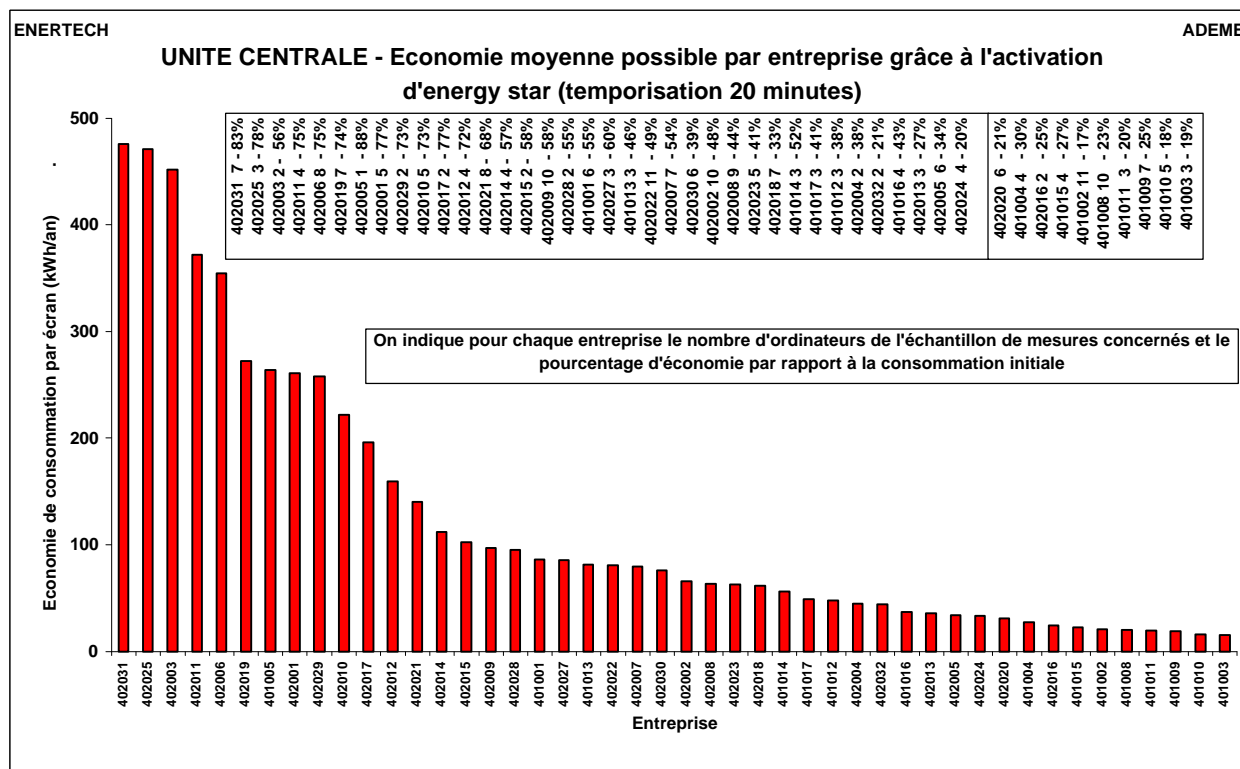


Figure A7.3 : Economie moyenne par unité centrale en fonction de l'entreprise

A.7.2 CONSOMMATION MINIMALE ENVISAGEABLE

L'économie maximale envisageable (si on excepte le remplacement par un portable) est réalisée en remplaçant les unités centrales en place par des stations d'accueil munies d'un gestionnaire de veille paramétré à 20 minutes. La réduction de consommation s'élève alors à 178 kWh/an, soit 83% de la consommation initiale.

Une station d'accueil, associée à un ordinateur portable, passant en veille au bout de 20 minutes d'inactivité consomme 37 kWh/an.

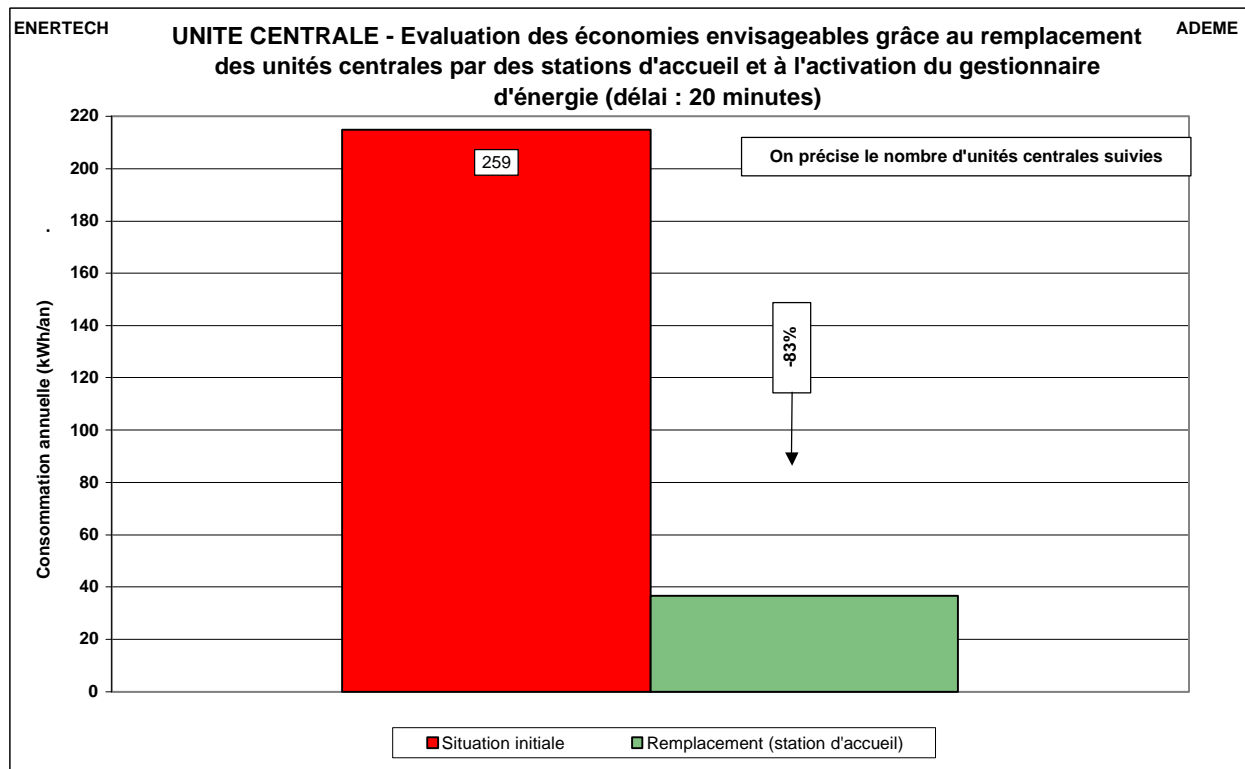
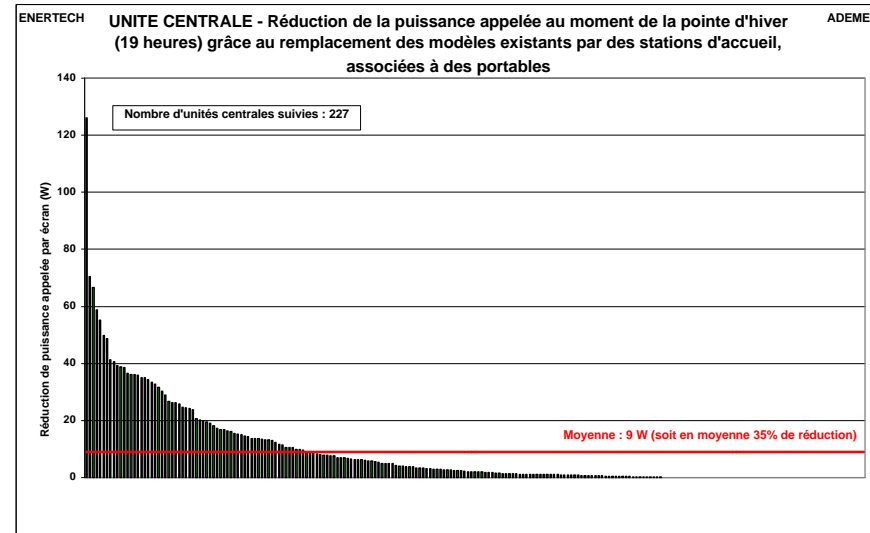
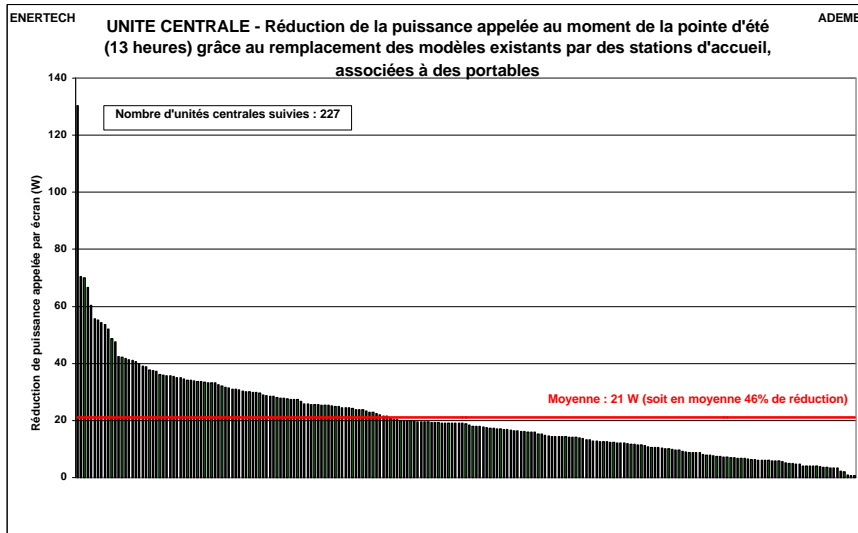
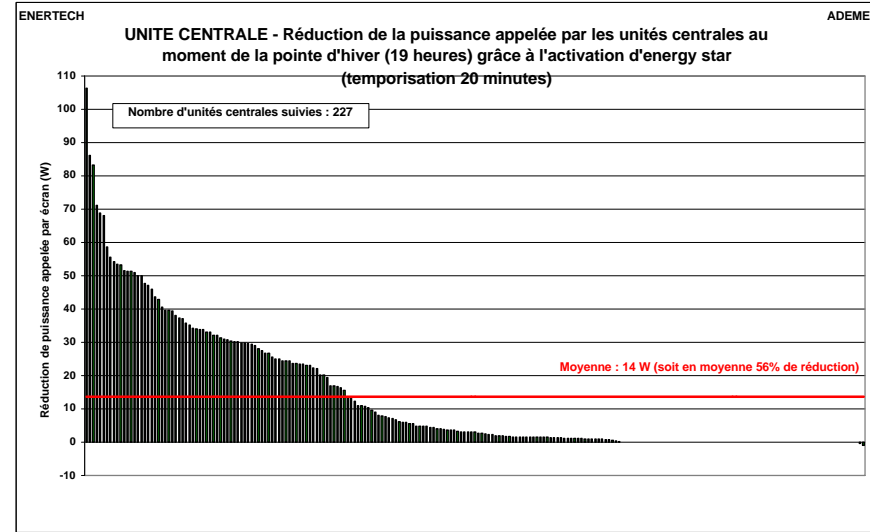
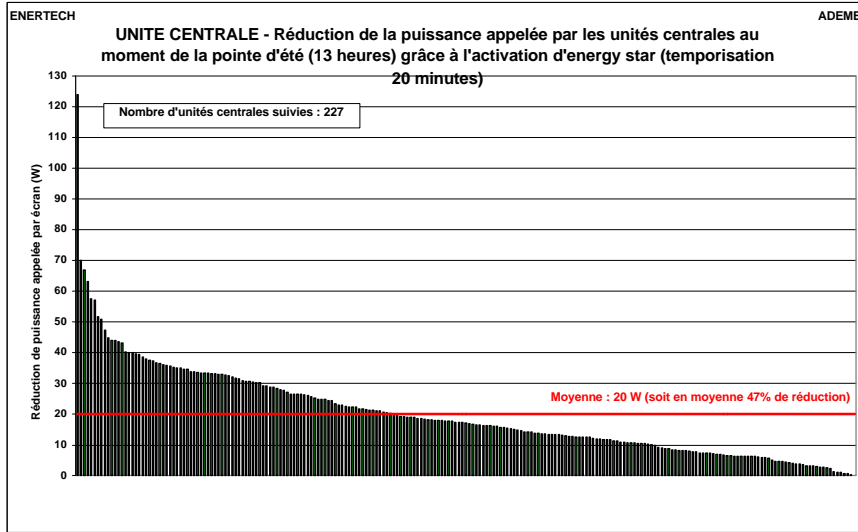


Figure A7.4 : Economie envisageable grâce au remplacement des unités centrales par des stations d'accueil, associées à des ordinateurs portables, munis d'un gestionnaire de veille paramétré à 20 minutes.

A.7.3 REDUCTION DE LA PUISSANCE APPELEE AU MOMENT DE LA POINTE

Les graphiques de la figure A7.5 présentent la réduction de puissance envisageable au moment de la pointe régionale d'hiver (19 heures) et d'été (13 heures) pour les différents scénarios envisageables. Comme pour les écrans, le seul fait d'activer le gestionnaire d'énergie permet de réduire la puissance appelée de 47% en été et de 56% en hiver. C'est cependant en été que le gisement est le plus important avec une baisse possible de 20W contre seulement 14W en hiver.

Annexe 7 : Les unités centrales – Economies



Annexe 7 : Les unités centrales – Economies

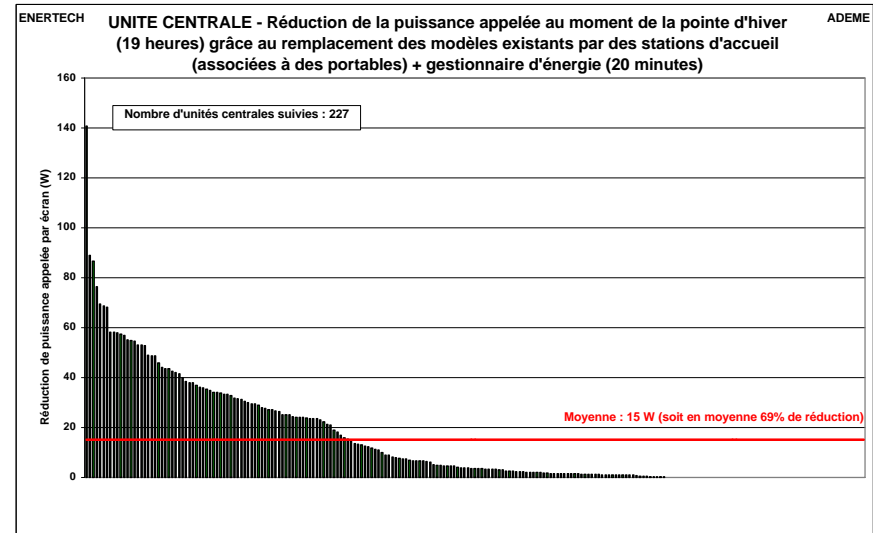
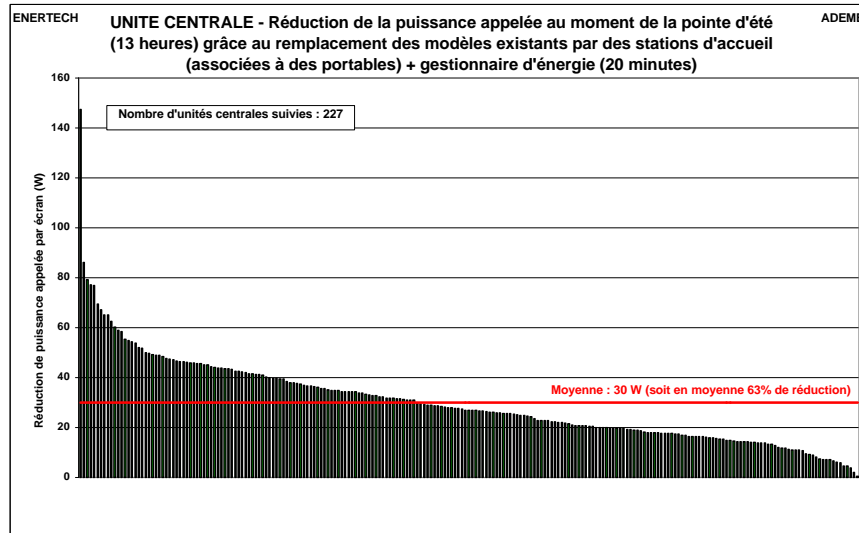


Figure A7.5 : Réductions de puissance possibles pour les unités centrales au moment de la pointe régionale grâce à l'utilisation de stations d'accueil (associées à des ordinateurs portables) et / ou l'activation du gestionnaire d'énergie (délai : 20 minutes)

BIBLIOGRAPHIE

- [1] : Enertech.2002.*Etude des paramètres influant sur les consommations de climatisation dans les immeubles de bureaux*. Agence Régionale de l'Energie – Région PACA
<http://perso.club-internet.fr/sidler>
- [2] : Enertech.2004. *Technologies de l'information et éclairage – Enquête de terrain dans 50 bâtiments de bureaux*. Service Energie et Environnement – Région PACA
<http://perso.club-internet.fr/sidler>
- [3] : Subu Iyer et al. 2003. *Energy adaptive display system designs for future mobile environments*. Proceedings of the First International Conference on Mobile Systems, Applications, and Service
<http://www.hpl.hp.com/techreports/>
- [4] : FUJITSU-SIEMENS. 2000. *White Paper ACPI Fujitsu Siemens computer*
- [5] : Atlantic Consulting, IPU. 1998. *LCA Study of the Product Group Personal Computers in the EU Ecolabel Scheme*. European Commission DG XI.E.4.
europa.eu.int/comm/environment/ecolabel/pdf/personal_computers/lcastudy_pc_1998.pdf
- [6] : Eric D. Williams. 2004. *Revisiting energy used to manufacture a desktop computer: hybrid analysis combining process and economic input-output methods*. IEEE International Symposium on Electronics and the Environment.
<http://www.it-environment.org/publications.html>
- [7] : Noah Horowitz, Ecos Consulting. 2003. *Laptop computers : how much energy do they use and how much can we save ?* NRDC
http://www.ecosconsulting.com/resources_publications.html
- [8] : CENBG. 1998. *MACEBUR Energy-Efficient office technologies : the 1 Watt/1 Volt-Ampere challenge*. Contract XVII/4.1301/S/94-87
- [9] : Alois Huser, Encontrol. 2002. *Potential for reducing electricity consumption by switching off servers*. Energieschweiz
<http://www.electricity-research.ch/>
- [10] : <http://www.solarbau.de/>
- [11] : Energy Management Team AG. 2003. *Energieeffizientes Servermanagement*. Energieschweiz
<http://www.electricity-research.ch/>
- [12] : Photographie issue du CD-Rom Energie⁺, version 4.Université Catholique de Louvain
- [13] : BALTENSWEILER Tel : +4141 420 18 01, <http://www.baltensweiler.ch/>

[14] : OPUS LIGHT *Tel : 03-44-24-72-25*, <http://www.opuslight.com/>

[15] : COMEXALE *Tel : 03-83-35-46-49*, <http://www.revolux.de/>

[16] : Encontrol. 2003. *Ausschreibungunterlagen im Server, PC und Netzwerkbereich*. Energieschweiz
<http://www.electricity-research.ch/>

[17] : Japanese Ministry of environment. 2004. *Basic policy on promoting green purchasing*
<http://www.env.go.jp/en/lar/green/2.pdf>

[18] : Nordman et al.. 2002. *Energy Use and Power Levels in New Monitors and Personal Computers*. LBNL
enduse.lbl.gov/Info/LBNL-48581.pdf

[19] : Calwell, Ecos Consulting. 2004. *Active Mode Discussion*. Energy Star
http://www.ecosconsulting.com/resources_publications.html

[20] : B. Abebisher, A. Huser. 2002. *Energy efficiency of computer power supplies*. Energieschweiz
<http://www.electricity-research.ch/>

[21] : Enertech. 2003. *Diagnostic électrique du lycée Jean Mermoz*. Région Languedoc Roussillon
<http://perso.club-internet.fr/sidler>