

Eclairage des salles de classe

Cette note constitue un bilan d'étape sur les installations d'éclairage de salles de classe en test au lycée E. Pérochon. Elle conteste le choix de la solution préconisée suite à une première étude.

1. Commentaires sur l'étude réalisée en 2008

1.1. Solutions d'éclairage testées

En février 2008, l'éclairage de trois salles de classe du lycée E. Pérochon a fait l'objet de modifications :

- 118 : remplacement des ballasts ferromagnétiques par des ballasts électroniques ;
- 119 : installation de kits d'adaptation tubes T8/T5 PROLIGHT Save it easy¹ ;
- 121 : remplacement complet des luminaires, par des luminaires type Jupiter² de chez Thorn³ avec ballasts à variation, commandés par détecteur de présence et asservis par cellule de détection de luminosité et capteur de présence avec variateur.

A la même époque, ces trois salles, plus une quatrième salle témoin (sans modification de l'installation : luminaires équipés de tubes 36 W avec ballasts ferromagnétiques), ont été équipées d'un dispositif de comptage de l'énergie consommée pour l'éclairage. Une campagne de mesure automatique a été réalisée de février 2008 à juillet 2008 par la société Spie pour le compte de la Région Poitou-Charentes. Cette étude a conclu que la solution la plus intéressante énergétiquement était celle de la salle 121, c'est-à-dire le remplacement complet des luminaires. Il a été alors décidé que cette solution serait étendue à 15 salles de classe du lycée.

1.2. Energies consommées

L'étude réalisée par Spie se base sur le total de la quantité d'énergie consommée par chacune des installations jusqu'au 10 juillet. La valeur initiale (énergie consommée avant le 28 février) n'est pas prise en compte. Ce choix est sans doute légitime compte tenu des valeurs, mais il n'est pas annoncé.

Salle	116	118	119	121
Energie consommée au 28 février 2008 (kWh)	12,6	11,95	12,93	12,11
Energie consommée au 10 juillet 2008 (kWh)	114,24	121,14	119,68	121,15
Energie consommée sur la période de l'étude (kWh)	101,64	109,19	106,75	109,04
Valeur prise en compte par l'étude (kWh)	114,24	121,14	119,68	121,15
Ecart (%)	11	10	11	10

Les quatre salles sont équipées du même nombre de luminaires.

Pour les comparer, il a été réalisé une estimation du « temps de fonctionnement » de chaque salle. Dans l'étude Spie, a été retenue comme période de fonctionnement une plage horaire (15 min ou 30 min, la plage a changé en cours d'étude) sur laquelle on enregistre une consommation d'énergie pour l'éclairage. Le cumul des périodes de fonctionnement a donné le temps de fonctionnement de chaque salle.

¹ <http://www.saveiteasy.fr/>

² <http://produits-btp.batiproduits.com/Thorn-Europhane/Jupiter/fiche/r?id=1018680590>

³ <http://www.thornlighting.fr/fr/fr/index.htm>

Or ce temps ne correspond pas à l'usage réel des salles de classe : une salle peut être « en fonctionnement », c'est-à-dire occupée, même si l'éclairage n'est pas allumé. Cette distinction est importante pour deux raisons :

- l'éclairage du tableau représente une consommation suffisante pour compter une période de fonctionnement, quand bien même les autres luminaires ne sont pas alimentés ;
- la salle 121 est équipée d'un dispositif de détection qui entraîne automatiquement l'alimentation des luminaires et d'un autre qui permet de faire varier l'alimentation des luminaires en fonction de la luminosité.

L'étude des emplois du temps sur la période des mesures donne une autre vision du temps de fonctionnement.

Salle	116	118	119	121
Nb d'heures d'alimentation de l'éclairage	145,3	162,25	168,81	265,156
Nb d'heures de cours hebdomadaires (2007-2008)	25,5	26,5	25	31,5

D'autres points de l'étude sont critiquables :

- la période sur laquelle les mesures ont été réalisées n'est pas celle où l'éclairage est le plus sollicité, l'extrapolation linéaire à l'année complète est donc peu fiable.
- l'aspect économique n'est pris en compte qu'à travers les économies d'énergie réalisées. Or, s'il est évident qu'il n'est pas possible de raisonner en termes de temps de retour sur investissement, le prix de l'équipement n'est pas négligeable et doit être évoqué.

2. Nouvelle étude

2.1 Consommations d'énergie

Le dispositif de mesure étant toujours en place, il est possible de faire les observations suivantes :

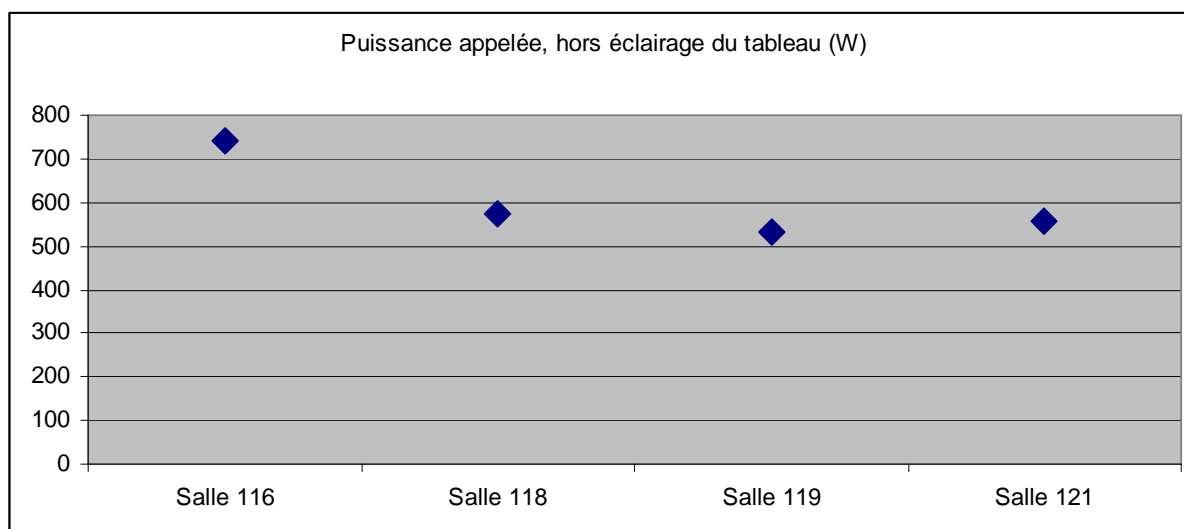
Salle	116	118	119	121
Puissance appelée tous les luminaires éteints (W)	0	0	0	5,3 ⁴
Puissance appelée avec le seul éclairage de tableau (W) ⁵	116,3	115,9	116,5	116,7
Puissance appelée tout allumé (W)	859,2	689,5	648,0	673,7
Puissance appelée tout allumé sauf le tableau (W)	742,9 ⁶	573,6	531,5 ⁷	557,0
Ecart (%)	---	- 22,8	- 28,5	- 25,0

⁴ Cette consommation, très faible, s'explique par la présence du dispositif de pilotage automatique de l'éclairage.

⁵ Toutes les salles sont équipées des mêmes luminaires pour l'éclairage du tableau.

⁶ Valeur conforme au calcul théorique (16 tubes de 36 W équipés de ballast ferromagnétiques).

⁷ Valeur conforme à celle annoncée par le fabricant des kits de rénovation.



Parmi les quatre dispositifs, c'est celui installé en salle 119, à savoir les kits de rénovation, qui consomme le moins d'énergie. On note que l'économie est du même ordre, environ 25 % pour les trois alternatives.

Comme le dispositif de la salle 121 permet une variation de l'éclairage, il est plus juste de comparer ces solutions sur une période de fonctionnement significative.

L'estimation du temps d'occupation est réalisée avec les emplois du temps hebdomadaires de chaque salles sur les années 2007-2008, 2008-2009 et 2009-2010, en considérant respectivement 15, 30 et 12 semaines pour les trois années scolaires.

Deux heures par semaine sont ajoutées sur le total de chaque salle pour tenir compte de l'occupation liée au ménage ou à des réunions. Ces quatre salles sont très proches en termes d'usages.

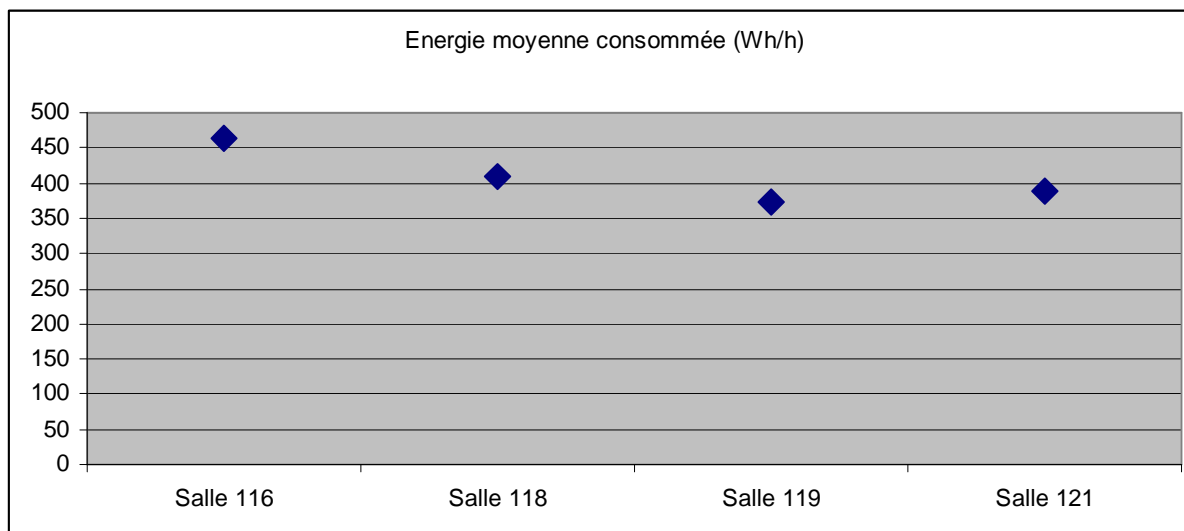
Salle	116	118	119	121
Horaire hebdomadaire 2007-2008 (h/semaine)	25,5	26,5	25	31,5
Horaire hebdomadaire 2008-2009 (h/semaine)	28	24	27,5	28
Horaire hebdomadaire 2009-2010 (h/semaine)	23,5	28,5	26	30
Temps d'occupation total depuis les travaux ⁸ (h)	1618,5	1573,5	1626	1786,5
Energie consommée depuis les modifications (kWh) ⁹	751,01	644,6	605,68	695,12
Energie moyenne consommée (Wh/h)	464	410	372	389
Ecart (%)	---	- 11,6	- 19,8	- 16,2

Si l'on considère l'énergie moyenne consommée par heure d'occupation des salles, c'est de nouveau la situation de la salle 119 qui est le plus économe. Deux remarques cependant :

- l'écart avec la salle 121 est faible compte tenu des incertitudes sur l'occupation exacte des salles et sur les différences de comportement des enseignants par rapport à l'éclairage ;
- les salles 119 et 121 bénéficient de la même orientation, elles sont principalement utilisées pour le même enseignement (histoire-géographie). Leur comparaison est donc pertinente.

⁸ = horaire 2007-2008 x 15 + horaire 2008-2009 x 30 + horaire 2009-2010 x 12 + 2 x (15 + 30 + 12)

⁹ Valeurs relevées le 11 décembre 2009



Par ailleurs, le faible niveau des économies réalisées par rapport à la salle témoin peut s'expliquer d'une part par le comportement vertueux des enseignants¹⁰ qui occupent le plus souvent cette salle témoin, et d'autre par une exposition favorable le matin. Le taux d'occupation des quatre salles est en effet plus important le matin que l'après-midi. De ce fait, les consommations des salles 116 et 118, qui bénéficient d'une exposition favorable en matinée, sont sans doute plus faibles que celles qui seraient obtenues dans le cas d'une orientation identique aux salles 119 ou 121.

2.2 Autres aspects

Coût des installations

En l'absence de données chiffrées, il est difficile d'être précis sur le coût comparé des différentes solutions. Cependant, il est possible de donner quelques éléments d'appréciation :

- compte tenu du faible taux d'occupation annuel des salles de classes (1000 h / an dans le meilleur des cas), il est difficile de prendre le temps de retours sur investissement comme critère de décision¹¹ ;
- on peut attribuer à chaque solution un indice pour le coût du matériel et pour le temps de mise en œuvre de la modification.

	Salle	116	118	119	121
Coût du matériel		-	*	**	****
Temps de mise en œuvre		-	****	*	**

- nul * faible ** moyen *** élevé **** très élevé

Déchets

Le remplacement des tubes et celui des luminaires représentent des déchets non négligeables, en termes de toxicité (ce sont des DEEE¹², ils doivent faire l'objet d'un traitement spécifique) et de volumes. On peut envisager ponctuellement leur réutilisation.

	Salle	116	118	119	121
Quantité de déchets (DEEE)		-	*	**	****

¹⁰ Appréciation établie après des échanges informels avec les enseignants qui travaillent souvent dans ces salles.

¹¹ En prenant des hypothèses favorables (1000 h d'occupation d'une salle par an et 92 Wh d'économie par heure et par salle), et un prix de 0,52715 € / kWh, on arrive péniblement à 50 € d'économie par an et par salle.

¹² Déchet d'Equipement Electrique et Electronique

Confort

Une rapide enquête réalisée en octobre 2008 auprès des collègues utilisant les salles en question a permis de recueillir des appréciations.

Salle	Appréciation
118	pas de différence ou légère amélioration
119	pas de différence ou légère amélioration
121	meilleure qualité d'éclairage, le réglage de l'intensité est apprécié. Des difficultés d'usage cependant : - quand on veut éteindre, ça se rallume avec le mouvement (difficulté à faire la pénombre) ; - l'interrupteur est mal placé (au fond de la salle).

Les difficultés rencontrées en salle 121 ont été résolues en installant un interrupteur supplémentaire à l'entrée de la salle.

3. Conclusion

En ne considérant que les économies d'énergie, c'est la solution des kits de rénovation qui est la plus intéressante. Cependant, l'avantage par rapport au remplacement complet des luminaires est relativement faible. De ce point de vue, ces deux solutions sont du même ordre.

D'un point de vue économique, la solution des kits est nettement plus avantageuse : son installation prend le même temps que le remplacement d'un tube, sans démontage du luminaire. Il est inutile de prévoir une période d'immobilisation de la salle pour travaux. Le coût du matériel est bien sûr nettement moins élevé que dans le cas du remplacement complet des luminaires.

La solution des kits de rénovation présente également l'avantage de générer moins de déchets.

Du point de vue des utilisateurs, le remplacement des luminaires et l'installation des capteurs offre un confort supplémentaire apprécié, mais non discriminant¹³.

Salle	116	118	119	121
Economie d'énergie	-	*	**	**
Coût du matériel	-	*	**	****
Temps de mise en œuvre	-	****	*	**
Quantité de déchets (DEEE)	-	*	**	****
Confort	-	*	*	**

Le choix de généraliser le remplacement des luminaires en association avec des capteurs et des variateurs est un choix coûteux, qui n'est pas justifié ni d'un point de vue énergétique, ni d'un point de vue confort d'usage.

En revanche, il semble qu'après bientôt deux années de fonctionnement, les kits de rénovation apportent le même niveau d'économie d'énergie, voire mieux, pour un niveau de confort tout à fait acceptable et à un coût nettement moins élevé.

¹³ A titre de comparaison, l'équipement d'une salle d'un vidéo projecteur permanent est un élément de confort qui rend l'occupation de cette salle préférable à une autre pour l'enseignant.