

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Quel est le but de ce Centre d'Intérêt ?



- S**
 - 1 - Comprendre les contraintes que le système technique doit respecter
 - Savoir mettre en place un protocole de mesures de tests
 - Savoir comparer les énergies consommées par différentes ampoules
 - Savoir rechercher des informations sur Internet (solutions techniques)
 - Savoir identifier la nature des énergies utilisées
 - Savoir faire le lien entre les contraintes et les solutions

- S**
 - 2 - Savoir modifier une maquette numérique
 - Savoir rechercher, sélectionner et importer un élément d'une bibliothèque

- S**
 - 3 - Savoir identifier une condition logique
 - Savoir identifier les étapes d'un programme (organigramme)
 - Savoir modifier un programme pour répondre à un besoin
 - Savoir valider le résultat obtenu

- Apprendre à prendre des initiatives
- Apprendre à être autonome
- Apprendre à s'exprimer oralement



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Et AVANT que s'est-il passé?....

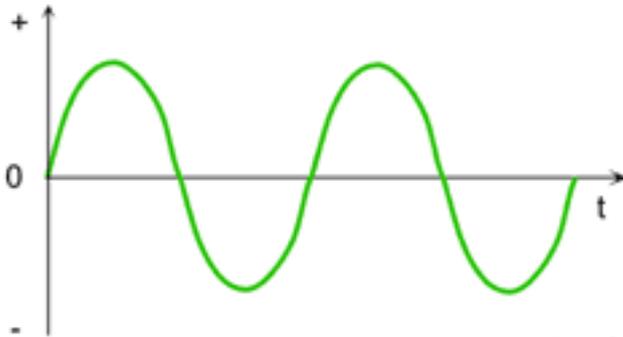
Centre d'intérêt 1 : Fonctionnement d'un système automatique

Centrale d'alarme :

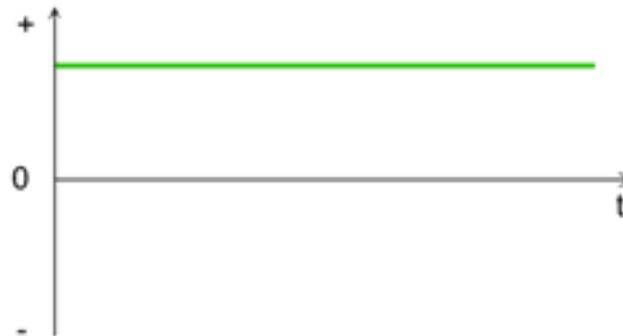
- capteur de présence
- un capteur d'ouverture de porte
- une télécommande.



Tension alternative



Tension continue



Capteur de présence





Situation de départ...

Séquence 1

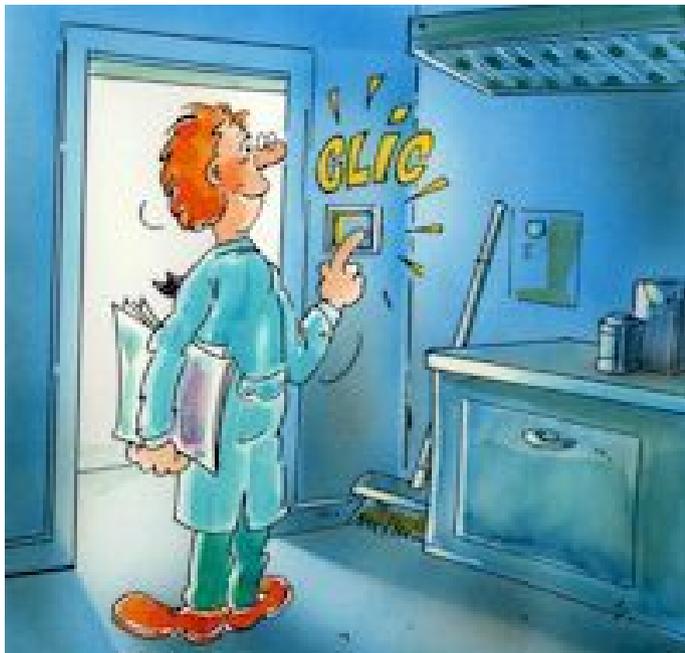


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



"Les lumières de la salle de technologie sont très souvent allumées et même lorsque l'on pense ne pas en avoir besoin et en plus, parfois j'oublie de les éteindre... "



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage

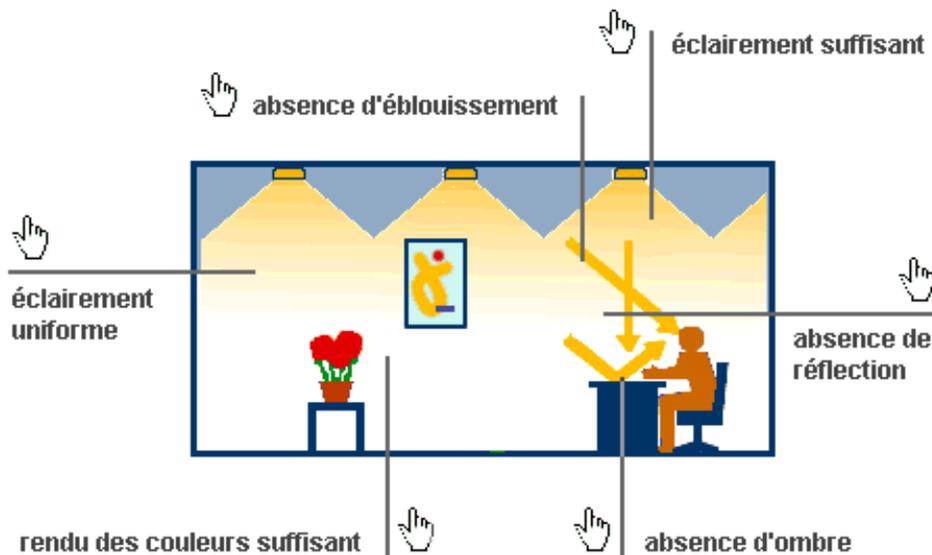


Situation de départ...

"En milieu scolaire la qualité de l'éclairage influe sur l'attention et la compréhension de l'enfant. En situation «d'apprendre» et en phase de développement de la vision, une mauvaise qualité d'éclairage conduit l'enfant à la fatigue et au désintéressement pour ce qui lui est enseigné."

"L'éclairage qui représente plus de 10 % de la dépense globale d'électricité"

extrait de l'article de Bernard DUVAL (Secrétaire général AFE) pour le magazine LUX



Et alors ?

Qu'en pensez-vous ?

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



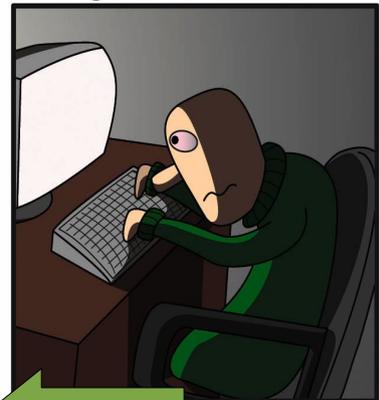
Situation de départ...

Comment pourrait-on optimiser cet éclairage ?
Sans négliger le confort visuel...

Optimiser : donner à quelque chose les meilleures conditions d'utilisation, de fonctionnement, de rendement (notion économique), de rentabilité. Dans notre cas, nous rechercherons à améliorer le rendement (luminosité / consommation)

Confort : " Tout ce qui contribue au bien être, à la commodité de la vie matérielle. Absence d'éléments pénibles ou difficiles (définition du Petit Robert)"
Le confort est sensoriel et matériel. Sur son lieu de travail, il contribue à une meilleure performance et à un état physiologique positif.

Éclairage



Le travail



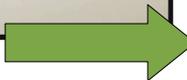
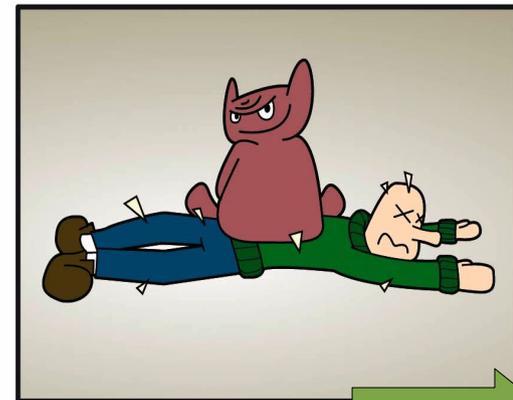
Chaleur



Forte lumière



Explosions



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Par îlot,... → **recherche** (sans ordinateur) des **hypothèses** de solutions

Réponses de chaque groupe :

- *Utiliser des panneaux solaires*
- *Changer les ampoules*
- *Utiliser l'énergie renouvelable*
- *Utiliser le soleil*
- *Utiliser la lumière naturelle*
- *Mettre un capteur de présence (comme pour le système d'alarme)*



Mise en commun de ces hypothèses

Comment vérifier chacune de ces hypothèses ?

Quel matériel nous faudrait-il ?

Quelles seraient les pistes de recherche ?



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Recherches à envisager

- Mesurer la puissance de chaque ampoule
(tube fluorescent / DEL / Tungstène / Halogène / Fluo-compacte)
- Choisir un type d'ampoule
- Rechercher des informations sur les panneaux solaires
- ET DU BON SENS...



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Mesure (consomètre , luxmètre) sur le banc d'éclairage

	Tube fluorescent	DEL	Tungstène	Halogène	Fluo-compacte
Puissance (Watt)	32W	1W	37W	26W	8W
Éclairage (Lux)	470 lux	550 lux	270 lux	155 lux	145 lux
Prix (€)	9,20 €	13 €	1 €	3 €	9,80 €
Efficacité lumineuse (Lux / Watt)	14,7	550	7,3	6	18

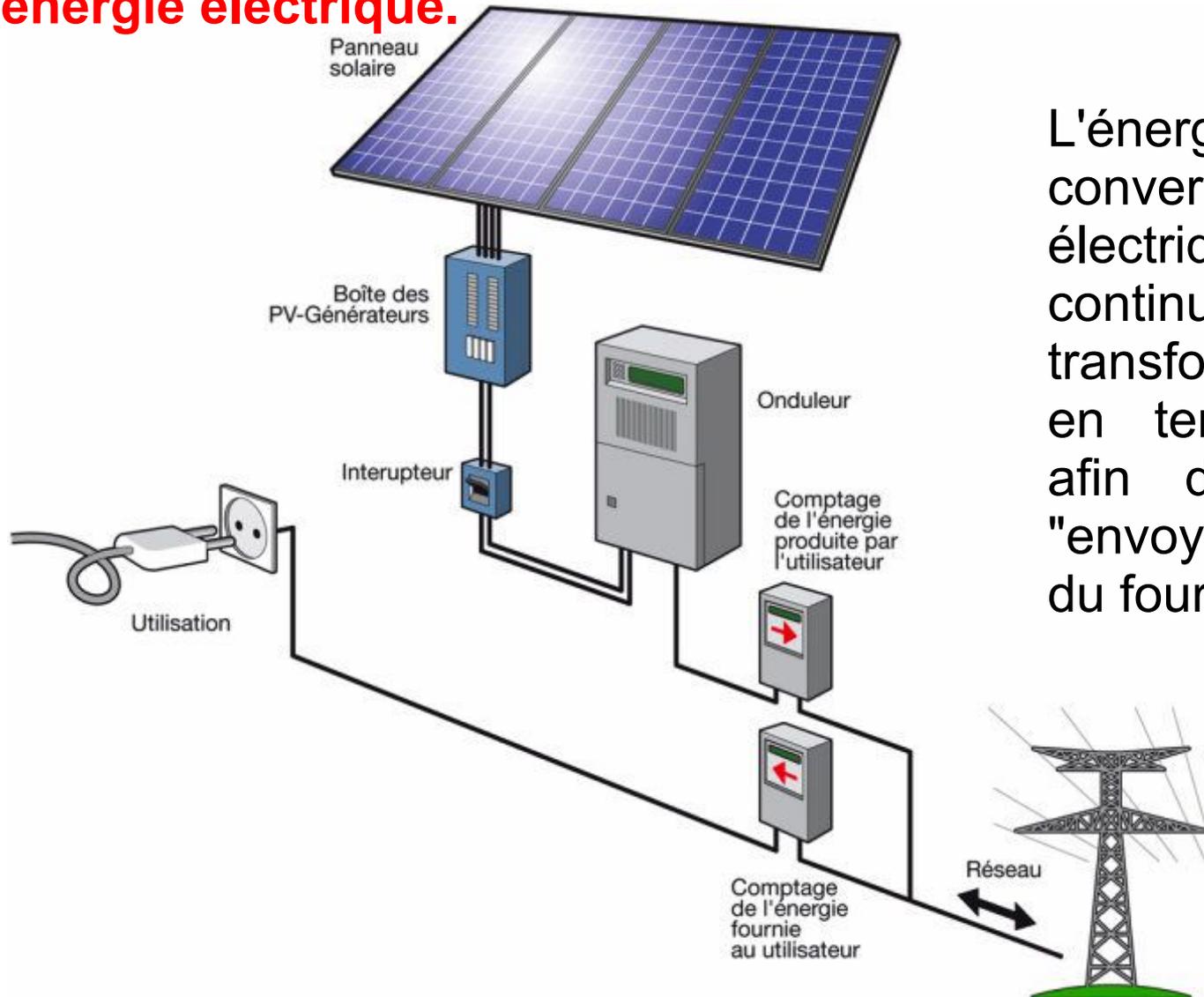


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Installation de panneaux photovoltaïques dans le but de revendre l'énergie électrique.



L'énergie solaire est convertie en énergie électrique (tension continue) qui est transformée (onduleur) en tension alternative afin de pouvoir être "envoyée" sur le réseau du fournisseur.



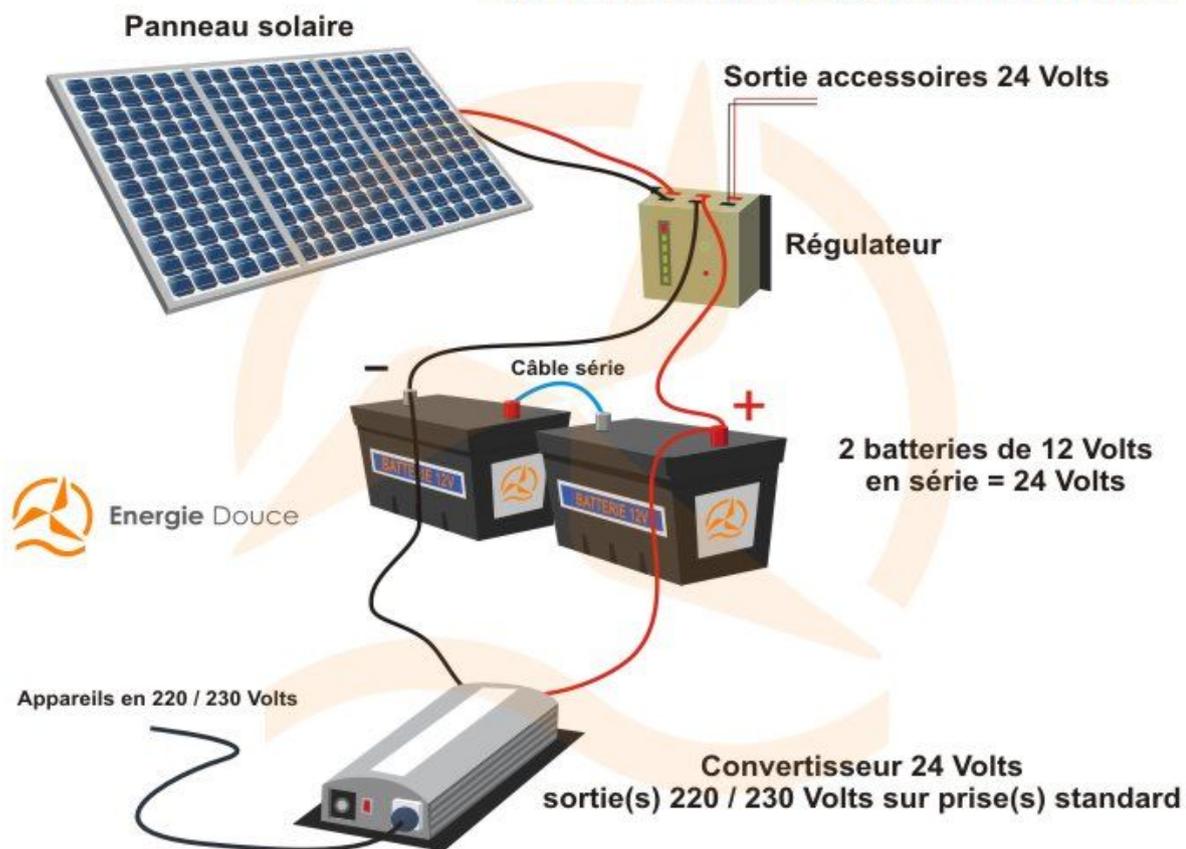
Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Installation de panneaux photovoltaïques et de batteries, dans le but de stocker sa propre énergie.

Schéma de raccordement en 24 Volts



L'énergie solaire est convertie en énergie électrique (continue) qui est stockée dans des batteries et transformée en une tension (alternative) adaptée aux appareillages électroménagers .



Centre d'intérêt 2

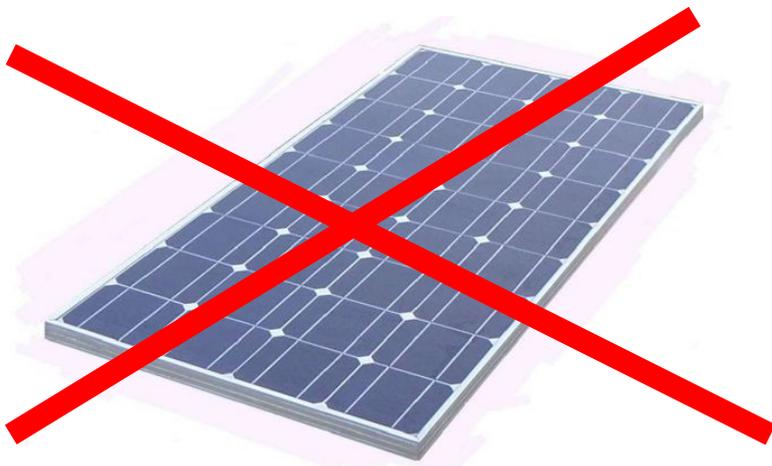
Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Le choix d'une installation de panneaux photovoltaïques est-il judicieux?

L'idée de départ n'est pas forcément de produire ou d'utiliser une énergie renouvelable.

Il s'agit plutôt de modifier, d'améliorer le système d'éclairage afin de réduire sa consommation électrique tout en garantissant un confort visuel pour les élèves et enseignants.



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Mesure (consomètre , luxmètre) sur le banc d'éclairage

	Tube fluorescent	DEL	Tungstène	Halogène	Fluo-compacte
Puissance (Watt)	32W	1W	37W	26W	8W
Éclairage (Lux)	470 lux	550 lux	270 lux	155 lux	145 lux
Prix (€)	9,20 €	13 €	1 €	3 €	9,80 €
Efficacité lumineuse (Lux / Watt)	14,7	550	7,3	6	18

Pourquoi?

- angle d'éclairage plus important et homogène
- Coût réduit de la modification
- durée de vie correcte





Synthèse 1

Chaque système technique fonctionne avec des énergies d'une nature différente. Elles peuvent provenir des sources d'énergies fossiles (quantité limitée) ou d'énergies renouvelables (quantité illimitée).

Pour mesurer la quantité d'énergie consommée par différents objets techniques (ampoules), il est important de mettre en place une règle (un protocole) afin de pouvoir interpréter les résultats. Dans notre cas, la distance entre la source d'éclairage et le luxmètre doit être identique pour chaque mesure.

L'ampoule choisie ne doit pas uniquement être celle qui consomme le moins, mais celle dont l'efficacité énergétique est la meilleure. L'efficacité énergétique d'un Objet Technique est le rapport entre ce qui peut être récupéré par l'utilisateur (éclairage pour une lampe, chaleur pour un système de chauffage, ...) et la quantité d'énergie (électricité, pétrole, gaz, ...) utilisé pour le faire fonctionner.



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Séquence 2

Vous venez de choisir l'ampoule qui serait la mieux adaptée au système d'éclairage de la salle de technologie.

Etes-vous certain de votre choix?

Etes-vous les "premiers" à vous pencher sur ce problème?



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Suivre la NORME...

ECLAIRAGE PUBLIC
LIEUX DE TRAVAIL
STADES

**Les normes
européennes
de l'éclairage**

LUX
cahier technique

**“Sans norme, il ne peut y avoir
ni qualité ni sécurité”**

NF EN 12464-1 / ISI 8995/CIE 8008

Les prescriptions pour les installations d'éclairage intérieur des lieux de travail intérieurs (NF EN 12464-1 et ISO 8995/CIE 8008) et des lieux de travail extérieurs (projets de normes EN 12464-2 et CIE DS 015.2) répondent aux besoins de performance et de confort visuel. Ces normes spécifient la qualité et la



Centre d'intérêt 2

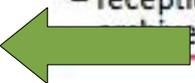
Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Salle de classe du secondaire : 500 lux

Tableau 1. Éclairage intérieur

Zones, tâches, activités	Eclairement moyen à maintenir (lux) Valeur minimale	UGR – Valeur maximale	Indice de rendu des couleurs – R _a Valeur minimale
Zone de circulation et couloirs	100	28	40
Escaliers, quai de chargement	150	25	40
Magasins, entrepôts	100	25	60
Magasins de vente, zone de vente	300	22	80
Zone de caisse	500	19	80
Espaces publics, halls d'entrée	100	22	80
Guichets	300	22	80
Restaurants, hôtels	300	22	80
Réception, caisse, concierge	300	22	80
Cuisines	500	22	80
Bâtiments scolaires, salle de classe en primaire et secondaire	500	19	80
Salle de conférences	500	19	80
Salle de dessin industriel	750	16	80
Eclairage des bureaux :			
– classement	300	19	80
– dactylographie, lecture	500	19	80
– poste CAO	500	19	80
– réception	300	22	80
– machines	200	25	80



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



SUIVRE LA NORME...

Les caractéristiques de l'éclairage d'une salle de classe

- Eclairage et installation électrique des salles de classe

Eclairage moyen initial sur le plan de travail : > 500 [lux]

Facteur d'uniformité : $> 0,8$

Eclairage moyen initial sur la surface des tableaux de classes : > 625 [lux]

Facteur d'uniformité au niveau des tableaux de classes $> 0,5$

Température de couleur (T_{cp}) : environ 4 000 [K]

Indice de rendu des couleurs IRC(R_a) : > 85

Type de lampes et de luminaires : se reporter à la liste publiée par le Syndicat de l'Eclairage

Installation électrique : double allumage de l'éclairage général, un allumage indépendant pour le tableau, deux prises côte à côte de 16 [A] + T (pour un téléviseur et un magnétoscope) et une en fond de classe (pour un projecteur).

Éclairage horizontal

L'éclairage horizontal moyen initial (à la mise en service de l'installation) doit être d'**au moins 500 lux** sur le plan utile.

Note : le plan utile est une surface de référence horizontale, limitée par les parois du local sur laquelle s'effectue normalement le travail. Par convention et sauf cas particulier, la hauteur du plan utile par rapport au sol sera prise égale à 0,80 m.

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



SUIVRE LA NORME... ! solution "Philips" !

Eclairage des salles de classes

La norme EN 12464-1

Spécifications de la norme EN 12464-1 pour les salles de classe

- Niveau d'éclairement: 300 lux pour les enfants (en journée)
500 lux pour les adultes (cours du soir)
500 lux pour les tableaux
- Rendu des couleurs: Supérieur à 80
- Optiques: Optiques à haute efficacité avec un contrôle de l'éblouissement sur 360° et une classe UGR < 19



... parenthèse ...

Calcul du nombre de tubes fluorescents nécessaires pour ma salle de technologie

1 Lux = 1 Lumens / m²

500 lux pour 68 m² demandés, nécessitent $500 \times 68 = 34\ 000$ lumens

Un tube fluorescent à un rendement lumineux d'environ 70 lm/w

Donc, il faudrait une puissance d'éclairage $34000 / 70 = 486$ watts soient environ

$436 / 32 = \underline{\underline{13 \text{ tubes fluorescents}}}$

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Des solutions ?...



dreamstime



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Diagnostic, en ligne, de l'éclairage existant...



Identification du diagnostic

Nom du diagnostic

Amélioration éclairage

<http://kheops.champs.cstb.fr/DECI/?IDPage=1>



Eclairage et confort visuel

	Référence	Votre installation	Performance
Eclairage	300 Lux	415 Lux	
Uniformité	S/h < 1,3	0,91	
Confort visuel		Correct	
Niveau d'éclairage correct			

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Solutions proposées relevées dans les documents ressources

Mise en place d'une bonne protection solaire

- pouvoir bénéficier de la lumière naturelle
- minimiser les consommations d'éclairage
- limiter les surchauffes d'été (rayons du soleil directs)



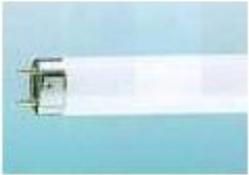
Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Solutions proposées relevées dans les documents ressources

Remplacement des tubes 38 mm (T12) par des tubes 26 mm (T8)

Puissances		Économie escomptée	Temps de retour
			
			
Avant	Après	8 %	2 ans
20 W	18 W		
40 W	36 W		
65 W	58 W		

Il est intéressant de remplacer les tubes fluorescents de \varnothing 38 mm (ancienne génération) par des \varnothing 26 mm qui ont une efficacité lumineuse supérieure. Ils ont la même longueur, le même culot et utilisent les mêmes ballasts (à l'exception des tubes fluorescents à allumage rapide). Ils sont donc directement interchangeables.

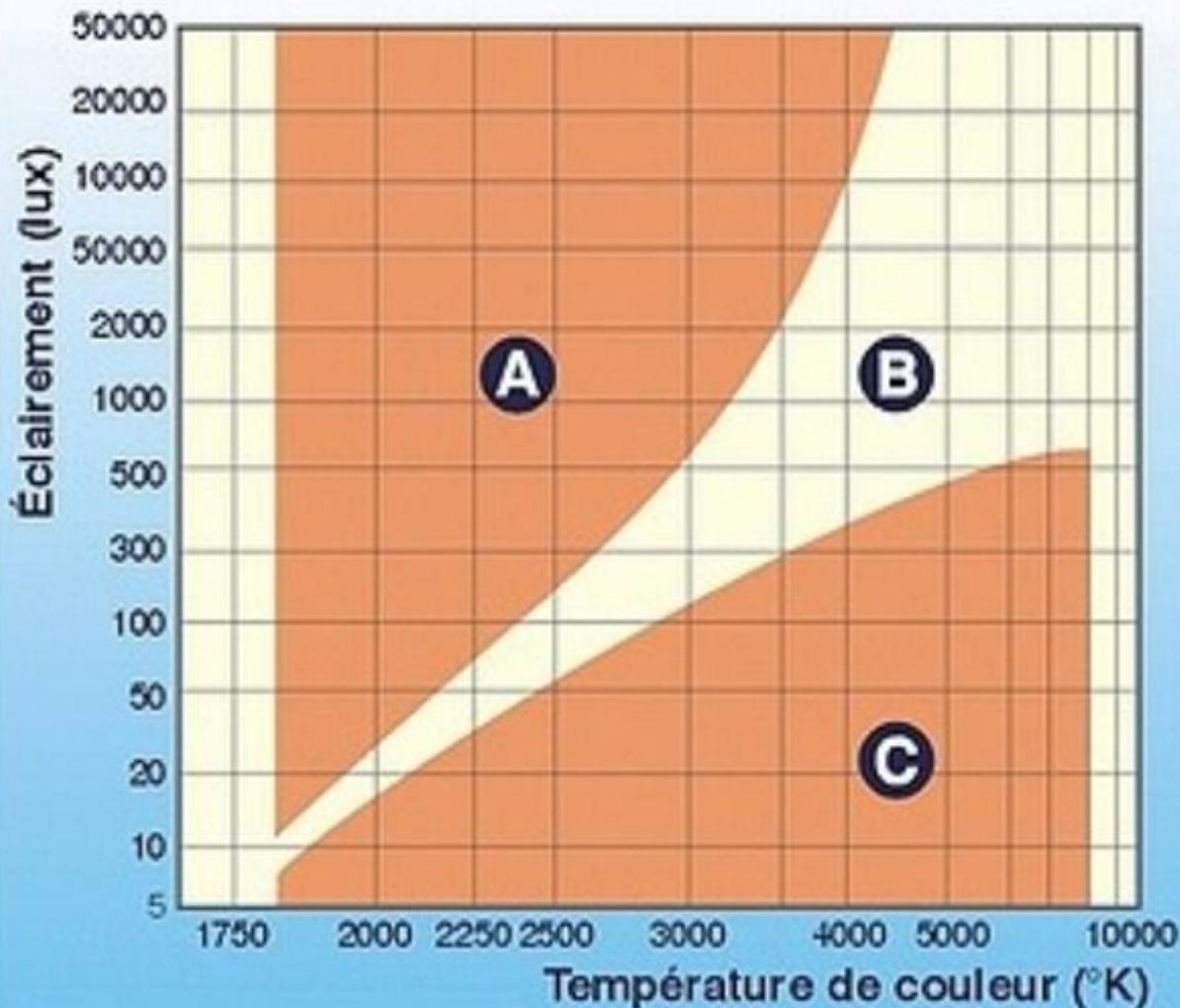


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Confort de l'éclairage en fonction de l'éclairement et de la température de couleur



Légende diagramme de Kruithof :

Zone A : ambiance jugée trop chaude

Zone B : ambiance jugée confortable

Zone C : ambiance jugée trop froide

Centre d'intérêt 2

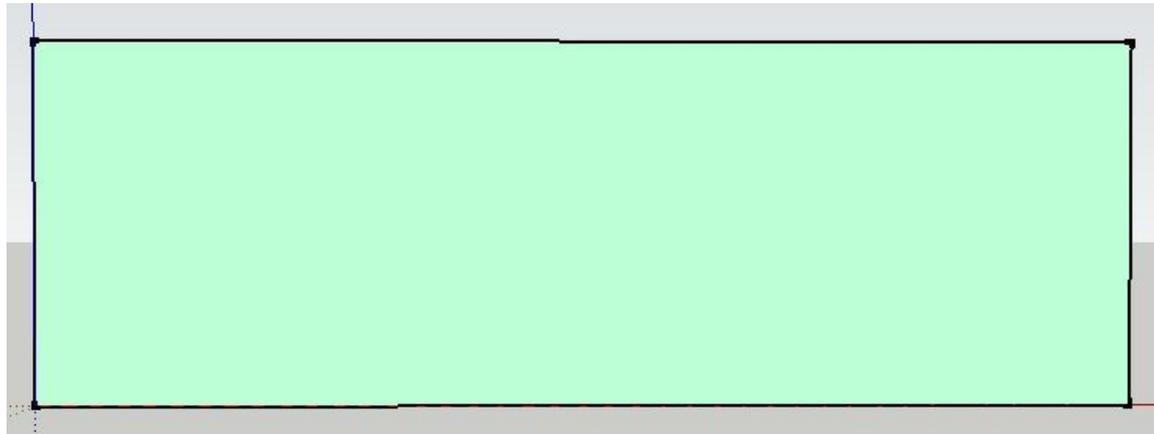
Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



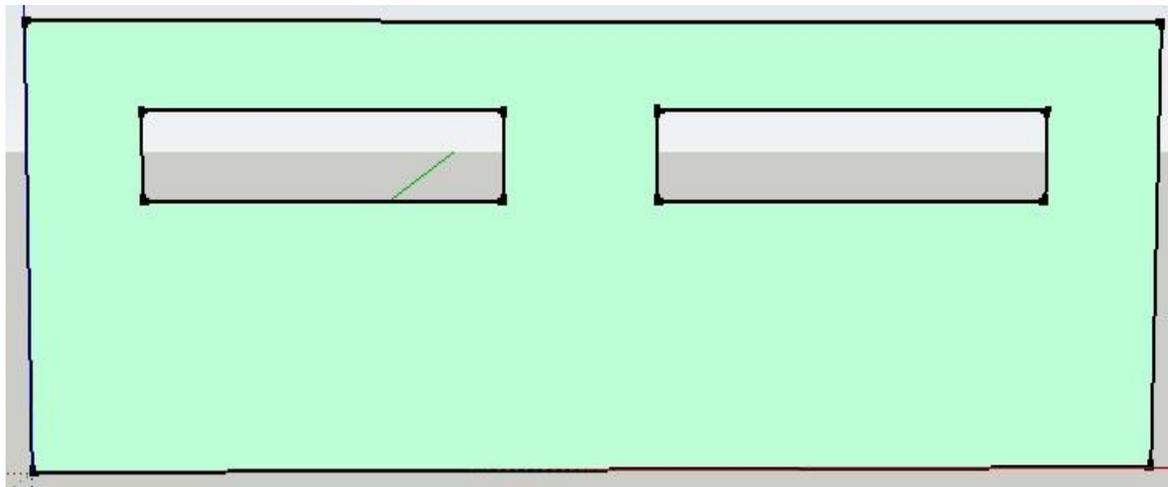
Solutions proposées relevées dans les documents ressources

Favoriser la lumière naturelle

AVANT



APRES



Placer des ouvertures sur le mûr, côté couloir qui est éclairé par un grand puits de lumière



Centre d'intérêt 2



Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage

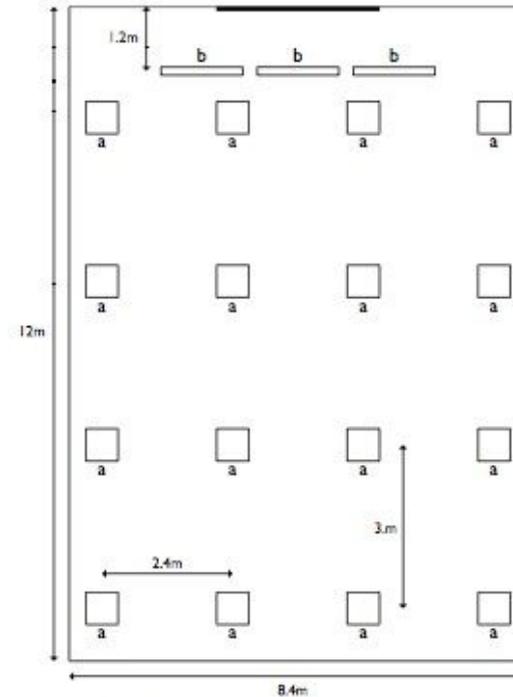
! Solution "Philips" !

Implantation des plafonniers pour une salle de classe de :

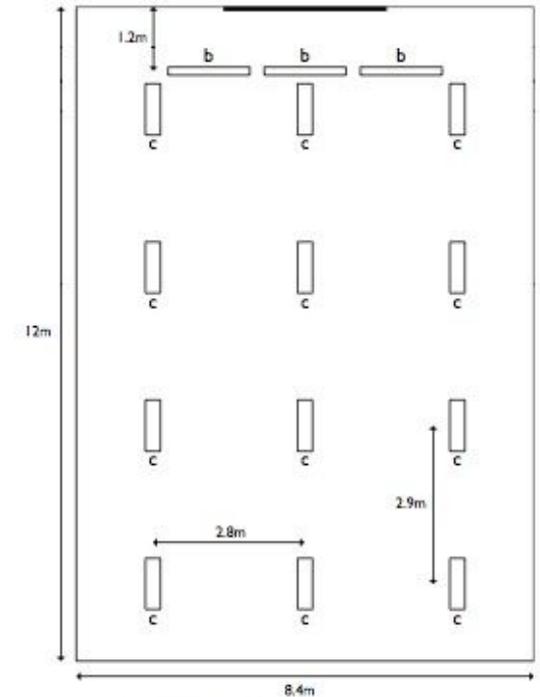
- 50 m²

et

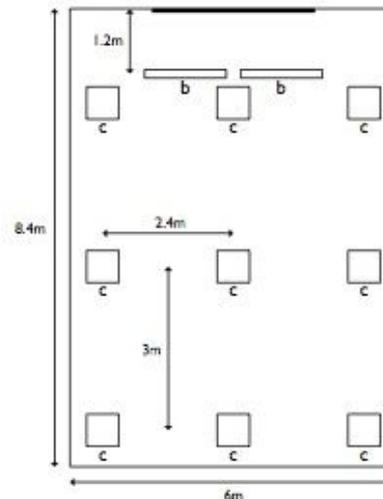
- 100 m²



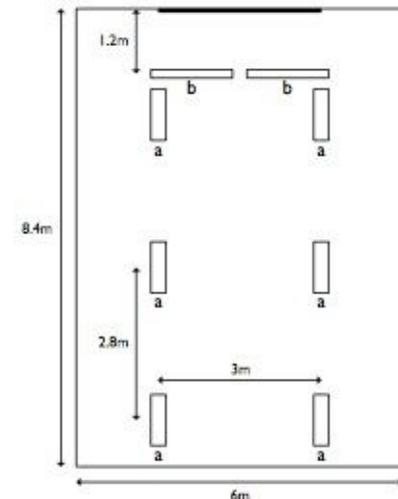
Grande classe - solution 1



Grande classe - solution 2



Petite classe - solution 3



Petite classe - solution 4



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Afin de limiter les reflets gênants sur les tables, l'axe des tubes doit être parallèle à la direction d'observation privilégiée.

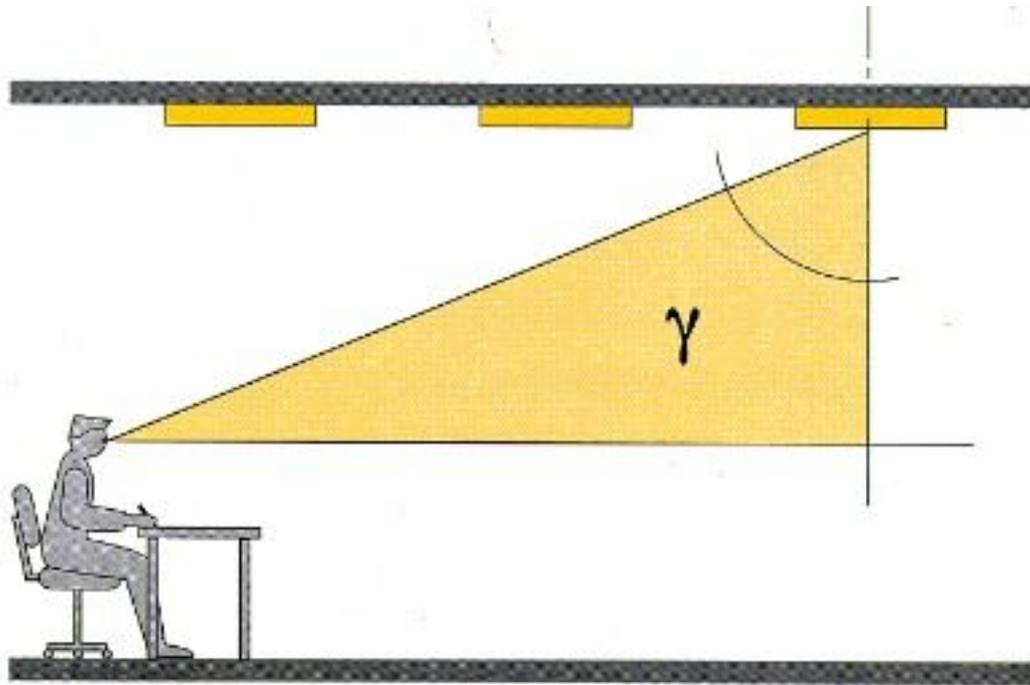


Fig. 1



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Solutions proposées relevées dans les documents ressources

RECAPITULATIF

INTERVENTIONS EN ECLAIRAGE

Sur le bâti

- Réorganisation des postes de travail par rapport à l'éclairage naturel.

Sur les installations

- Remplacement des lampes et des luminaires par des appareils plus économes.
- Division des réseaux électriques pour l'éclairage.
- Mise en place de minuteries.
- Mise en place de programmateurs.
- Pose d'interrupteurs crépusculaires.
- Pose de gradateurs.
- Changement des matériels de distribution et de commande.
- Pose de compteurs divisionnaires.



Solutions proposées relevées dans les documents ressources

10.2 Systèmes automatiques

Détecteurs de présence :

Détecteurs infra-rouge permettant d'éclairer le lieu. Ils peuvent être intégrés au luminaire ou bien être à distance. L'angle de détection ainsi que leur temporisation sont à régler. Les luminaires doivent être équipés de ballasts A.

Cellules photosensibles :

Détecteurs permettant d'allumer, d'éteindre ou de régler la lumière ambiante. Ils peuvent être intégrés au luminaire. Dans tout local bénéficiant de l'éclairage naturel.

Horloges calendaires et horaires :

Les horloges permettent de commander l'allumage des luminaires.

Multi-capteurs :

Ils peuvent être intégrés aux luminaires ou séparés. Ils permettent de remplacer plusieurs détecteurs (photosensible et le détecteur de présence cités précédemment) également un récepteur de commande infrarouge.



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Solutions proposées par le label PROMOTELEC

PLUS DE CONFORT, D'ÉCONOMIE ET DE SOUPLESSE D'UTILISATION AVEC LES BALLASTS ÉLECTRONIQUES

Le label laisse le libre choix du type d'alimentation des lampes. Cependant il est important de savoir que l'utilisation de ballasts électroniques à haute fréquence présente de nombreux avantages :

- allumage instantané,
- économie d'énergie,
- durée de vie des lampes augmentée,
- possibilité d'effectuer une gradation automatique ou manuelle ;
- absence totale de papillotement de la lumière, source de fatigue visuelle, ce qui explique pourquoi ces types d'alimentation sont particulièrement recommandées pour l'éclairage pour l'éclairage des tableaux.

■ possibilité d'intégrer ensuite, grâce à ce pré-équipement, des systèmes de commande automatique et de gestion de l'éclairage (détection de présence, de luminosité, programmation horaire, etc...), au niveau de la classe ou dans un cadre plus global de gestion technique de certains usages de l'électricité dans tout ou partie du bâtiment.



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



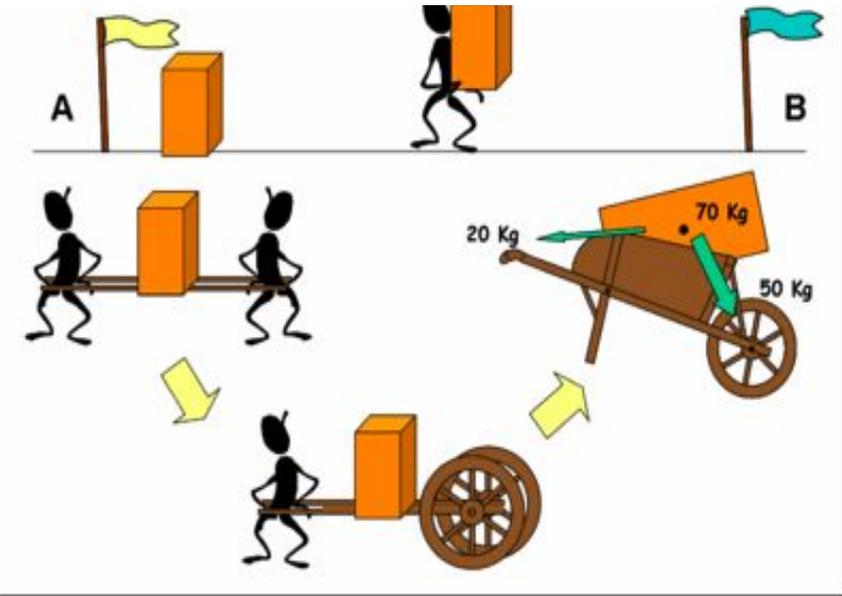
Récapitulatif des solutions sélectionnées et faisables

- Pas de panneaux photovoltaïque (Coût d'installation trop élevé)
- Garder les tubes fluorescents
 - bonne température de couleur
 - consommation acceptable
 - durée de vie correcte
 - coût de cette amélioration raisonnable
- Rabaisser les plafonniers de 30 cm
- Placer ces plafonniers au-dessus de chaque îlot
- Remplacer les tubes fluorescents 38mm (T12) par des 26mm (T8)
- Nettoyer régulièrement les tubes fluorescents



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Comment "montrer"
ses solutions ?





MODIFICATIONS Sur la MAQUETTE NUMERIQUE

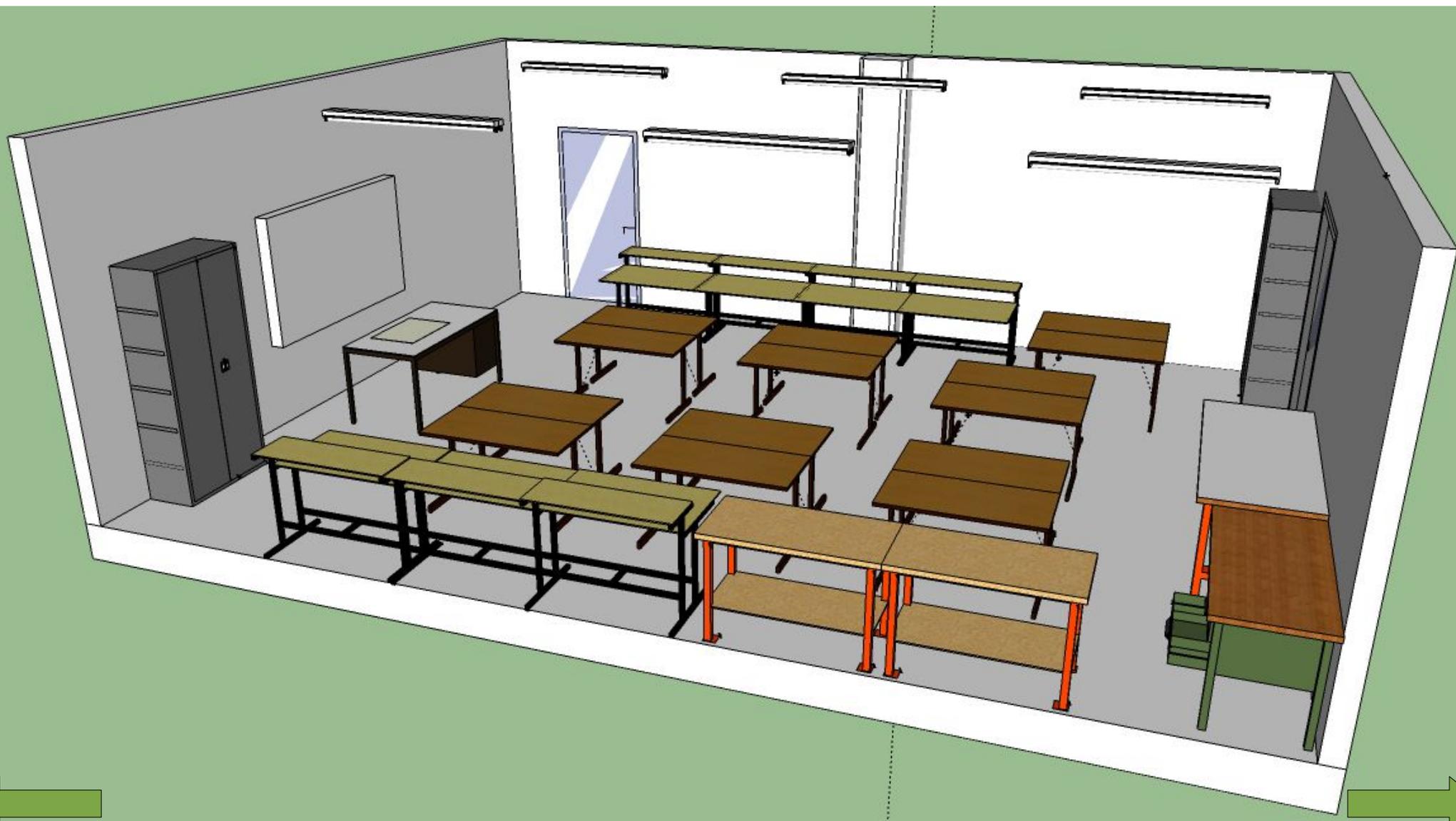


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Solutions proposées, illustrée par une modification d'une maquette en 3D

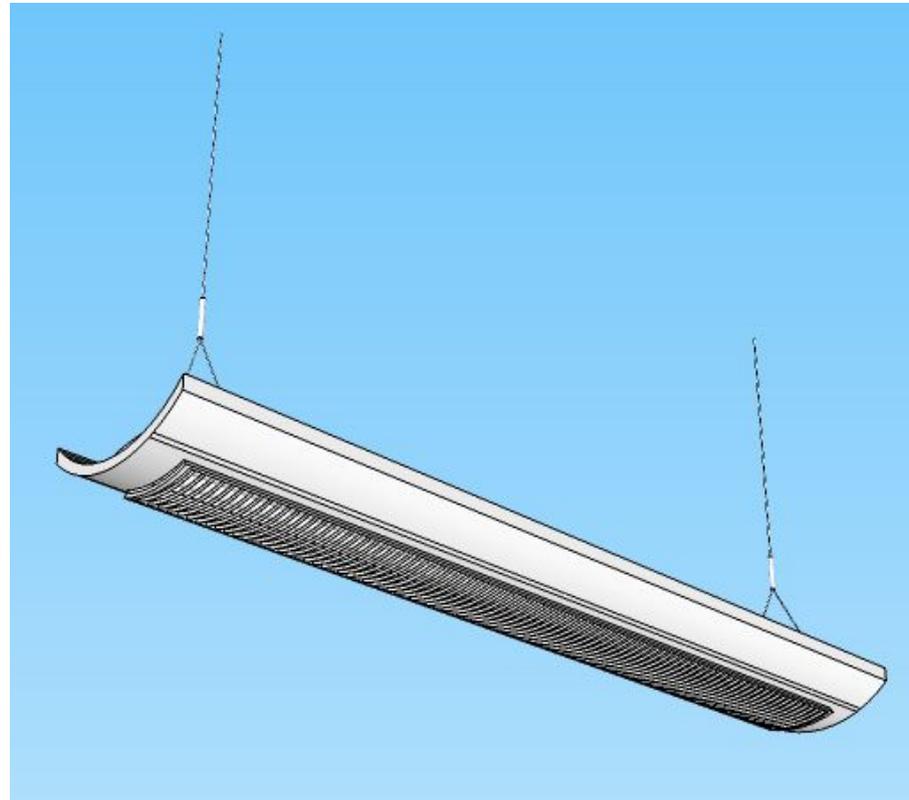


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Ajout d'un châssis suspendu issu de la bibliothèque 3D de sketchup

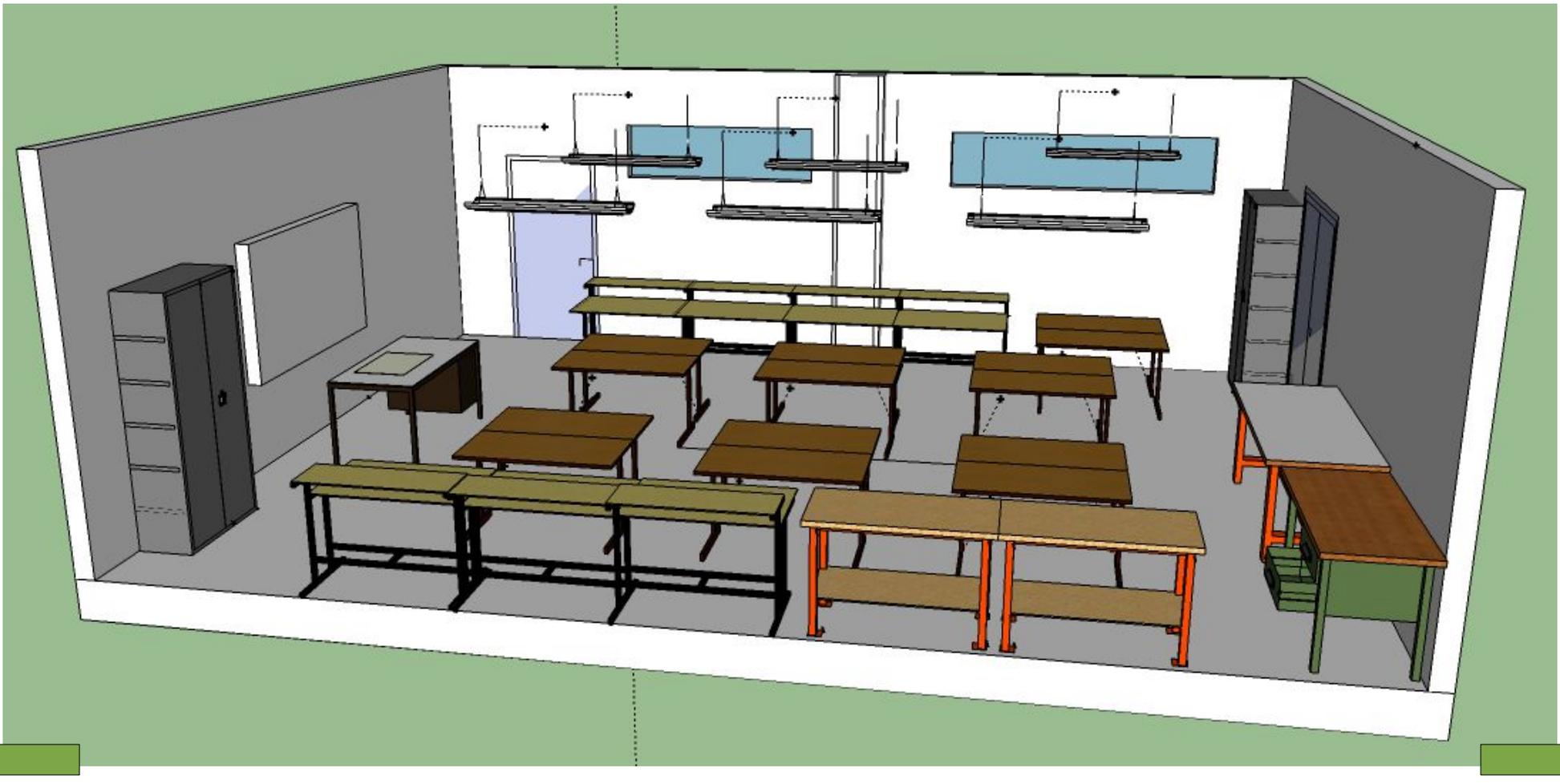


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



- Ajout de 2 ouvertures du côté du couloir
- Placer le nouveau châssis suspendu au-dessus de chaque îlot





Synthèse 2

Tout système technique doit répondre à une fonction principale (dans notre cas, « éclairer la salle de classe ») ; mais doit également répondre à des fonctions de contrainte comme celles liées :

- au bien être des personnes (assurer un confort visuel),
- à la sécurité (éliminer tous les risques d'électrocution),
- au développement durable (choix du type d'ampoules, matériaux recyclables, consommation d'énergie)
- à des normes européennes qui spécifient la qualité et la quantité d'éclairage nécessaires pour que les tâches visuelles soient assurées avec précision sur les lieux de travail
- au coût de cette rénovation.

En général, ces caractéristiques économiques dépendent du coût des matériaux et/ou matériels, du temps de mise en œuvre (main d'œuvre), de la durée de vie et de la valorisation.

Une maquette numérique, conçue sur ordinateur grâce à des logiciels spécialisés, offre la possibilité de visualiser en 3 dimensions une solution technique choisie. Suivant le logiciel, il est également possible d'effectuer des tests ou des simulations de fonctionnement.





Séquence 3

Rendre le système
d'éclairage intelligent,
est-ce envisageable ?





**Systeme Automatique
/
Gestion de l'Eclairage**

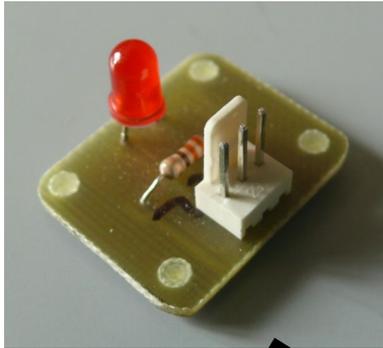


Centre d'intérêt 2

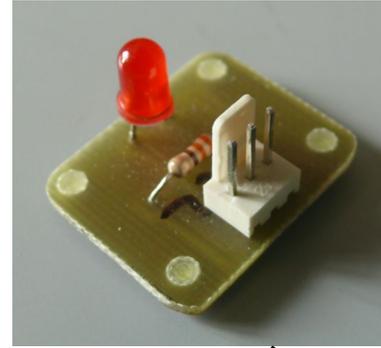
Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



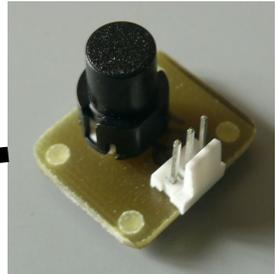
DEL



DEL



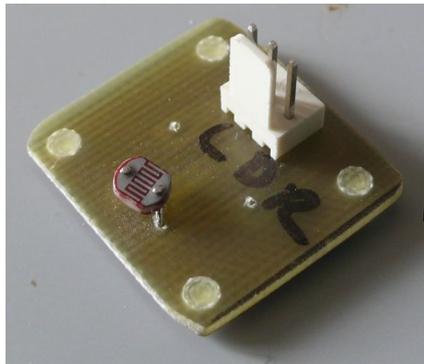
PIR



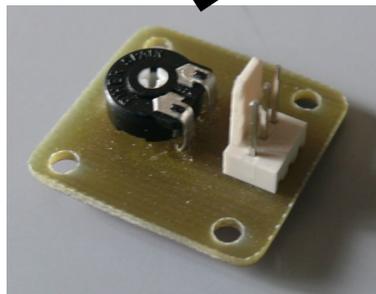
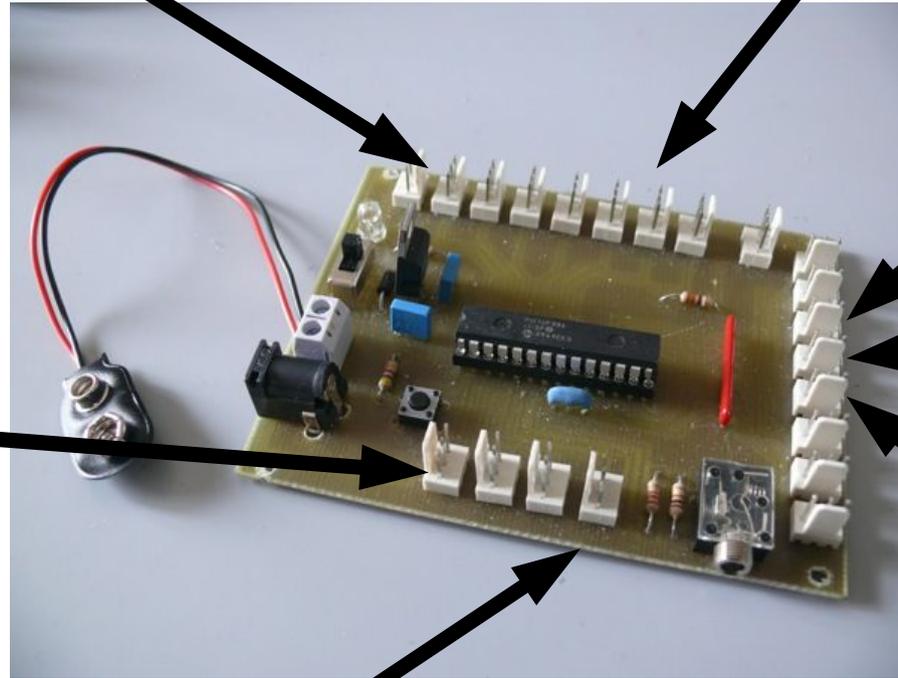
BP1



BP2



LDR



Ra



Centre d'intérêt 2

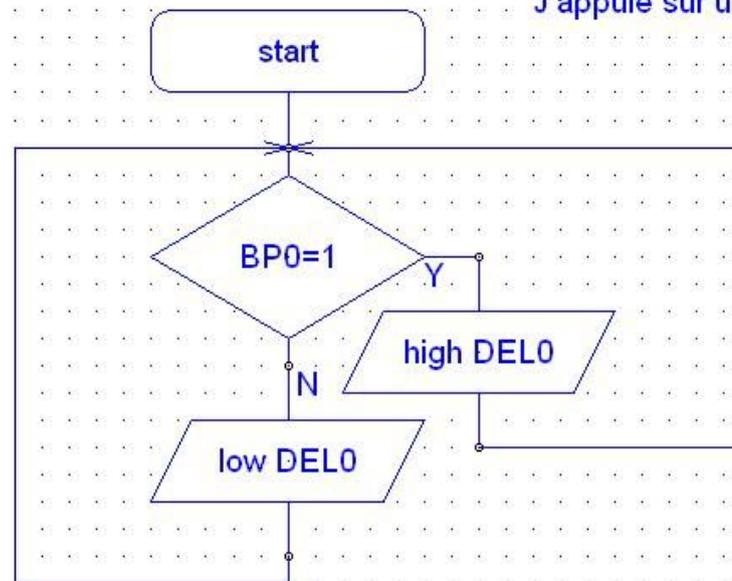
Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Appui sur le Bouton Poussoir → DEL allumée

Relâche du Bouton Poussoir → DEL éteinte

J'appuie sur un BP, la DEL s'allume, sinon elle reste éteinte...



Si l'Entrée Numérique est à "1", ALORS la DEL connectée sur la SORTIE Numérique "0" est à "1" (high = état haut), donc elle s'allume... ;-)

Si l'Entrée Numérique n'est pas activée, donc à "0", ALORS la DEL connectée sur le SORTIE Numérique "0" est à "0" (low = état bas), donc la DEL est éteinte..... normal... 8-)



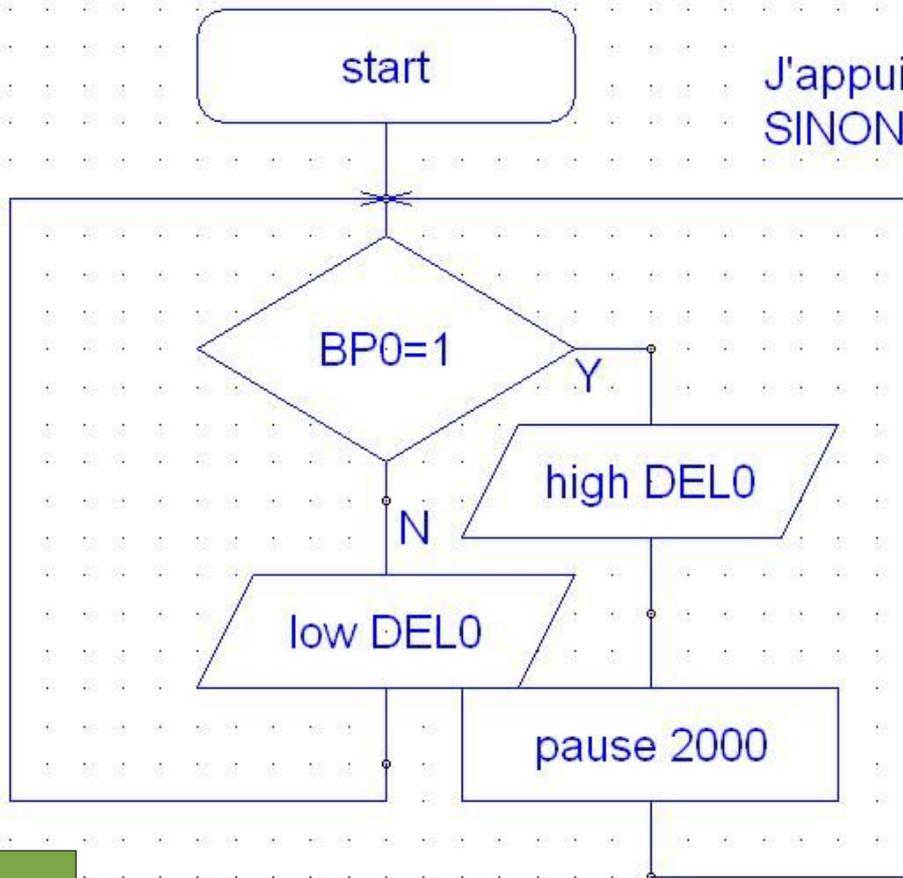
Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Appui sur le Bouton Poussoir → DEL allumée pendant 2 secondes

Relâche du Bouton Poussoir → DEL éteinte



J'appuie sur le BP, la DEL s'allume pendant 2 secondes, SINON elle s'éteint

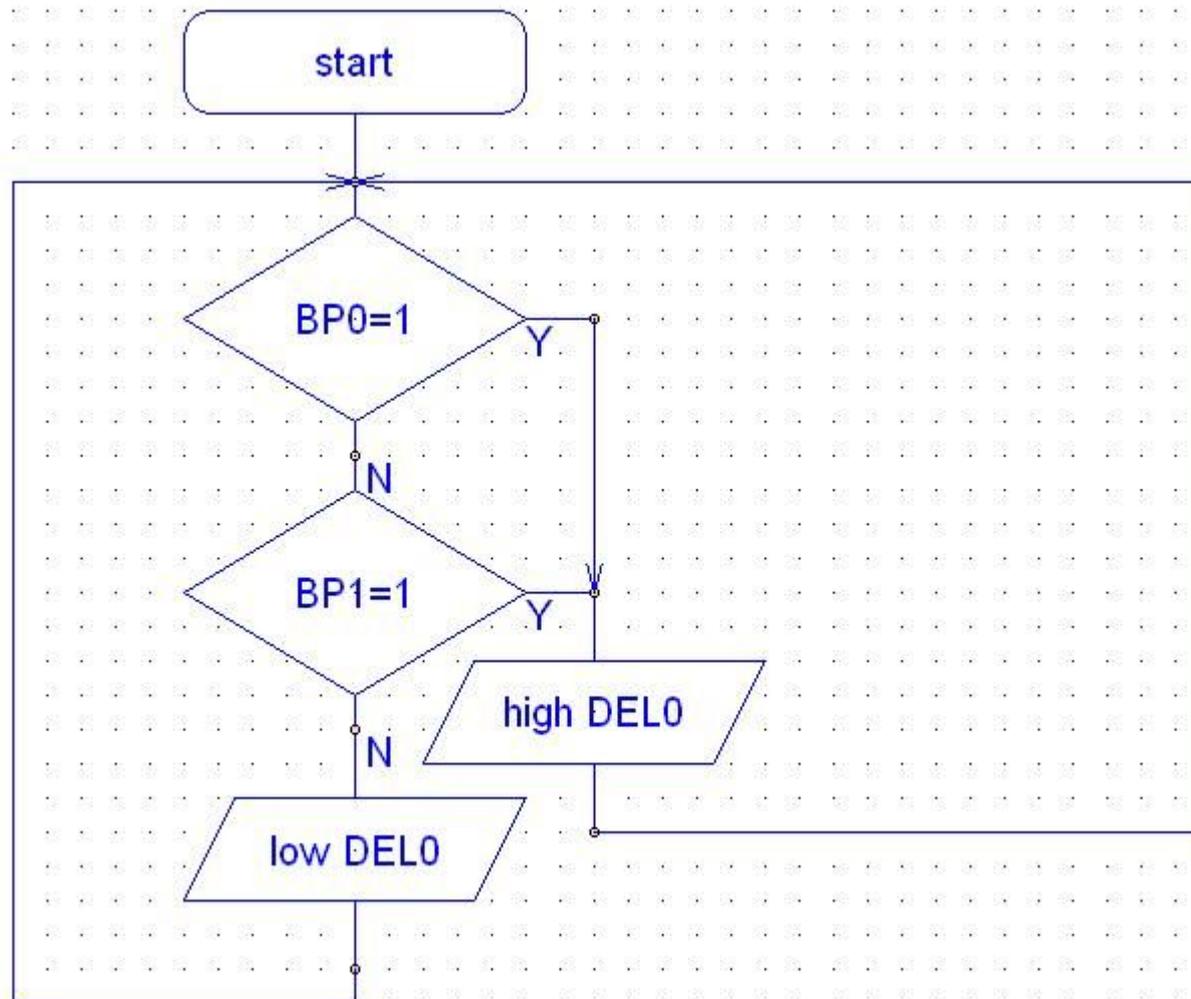
L'état précédent la "PAUSE" reste actif pendant le TEMPS indiqué en millisecondes

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Fonction OU
Où ca?...



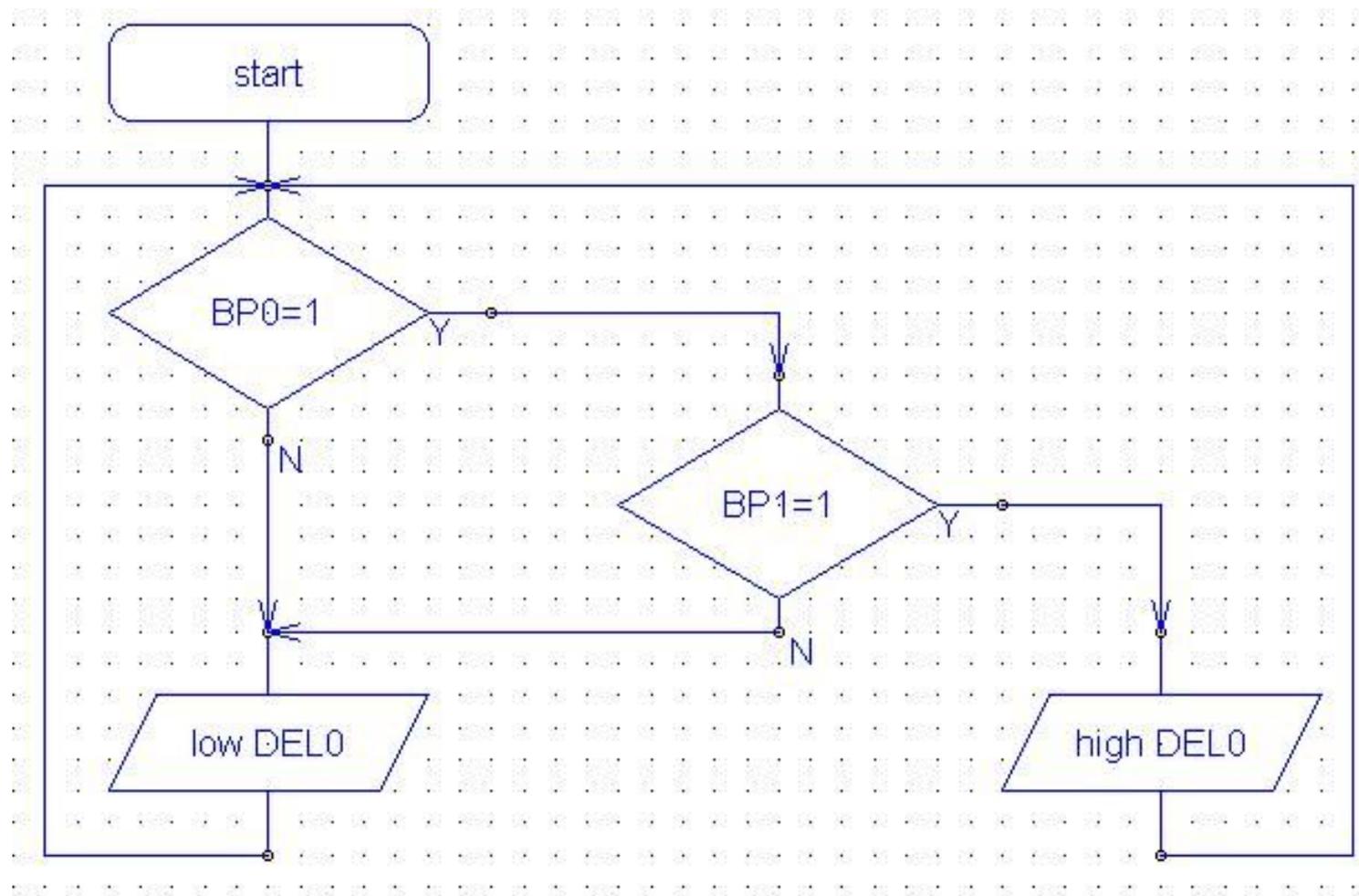
Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Fonction ET

Héhé...

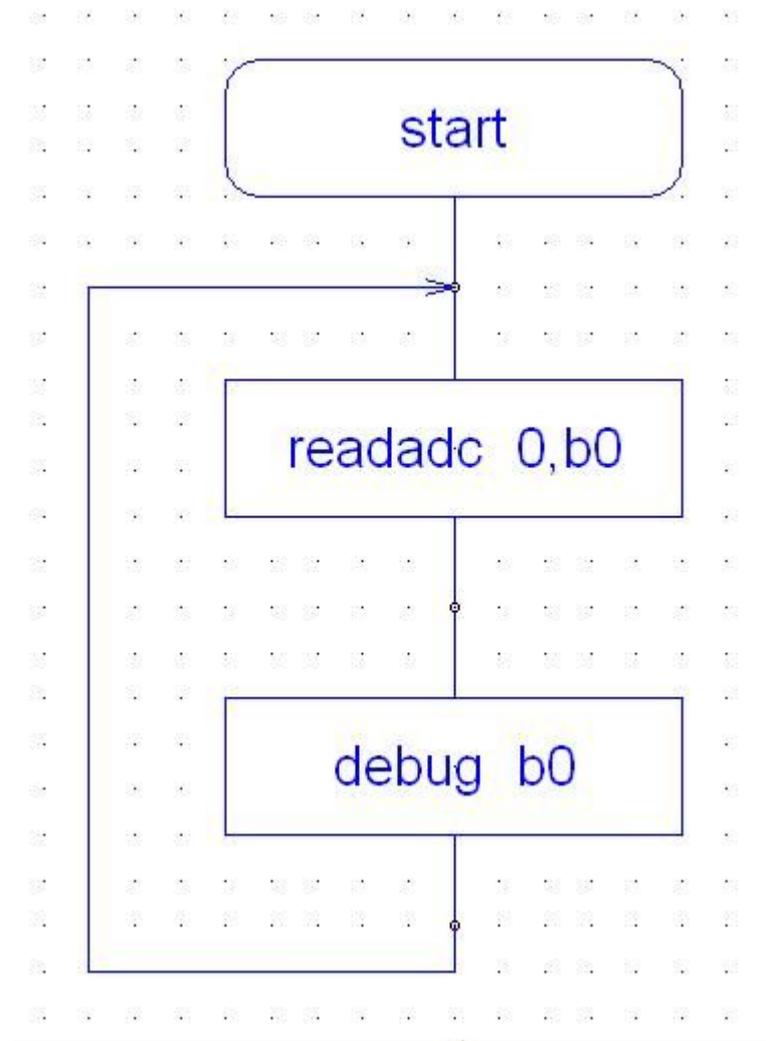


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Lecture de la valeur d'une LDR connectée sur une Entrée ANALOGIQUES (valeur qui peut varier)

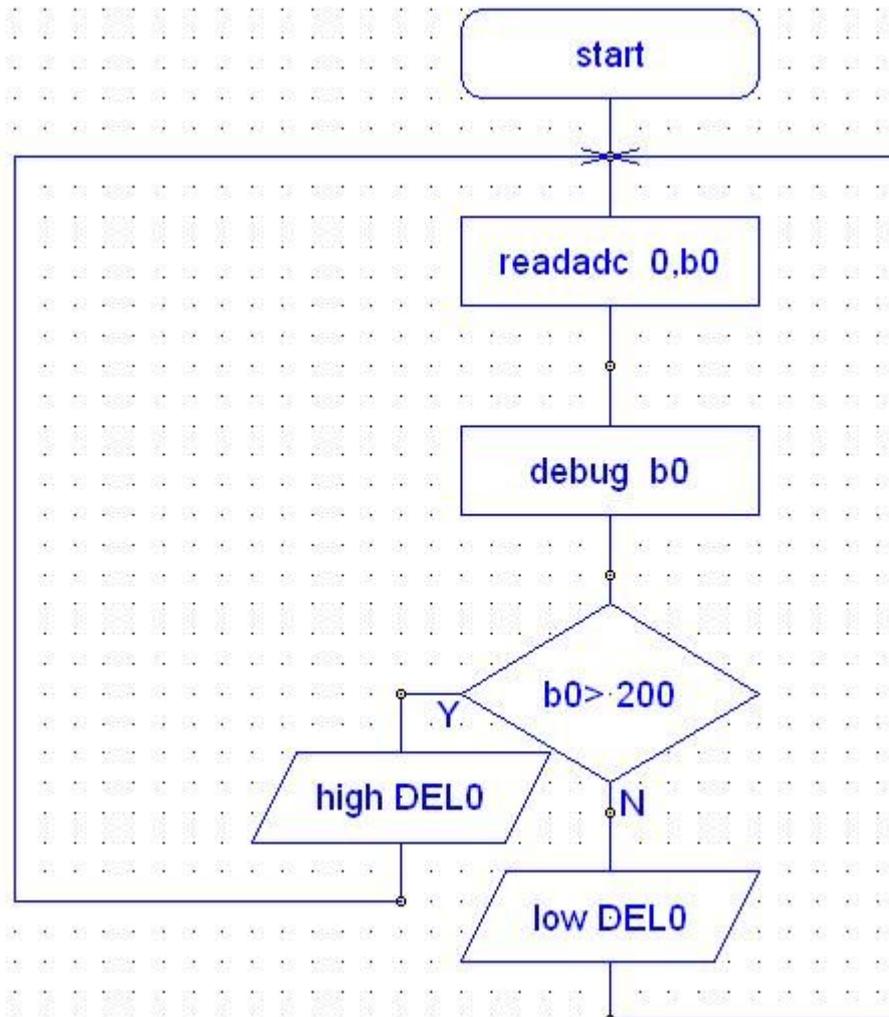


Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Si la valeur de la LDR est supérieure à 200, alors la DEL s'allume, sinon elle s'éteint !



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



LDR connectée sur l'entrée Analogique 0

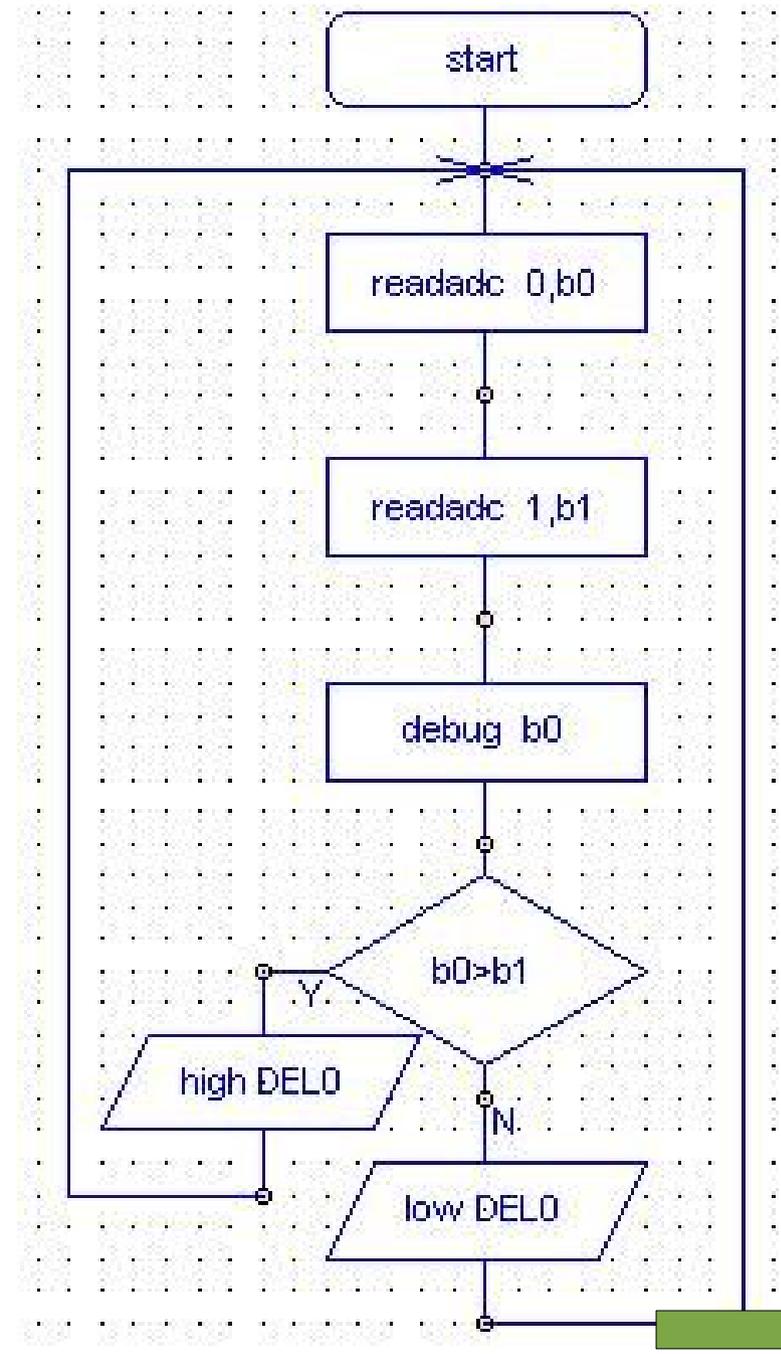
Ra connectée sur l'entrée Analogique 1

Affichage sur l'écran des valeurs

Comparaison

Si Valeur LDR > Valeur Ra alors

DEL allumée. Sinon DEL éteinte



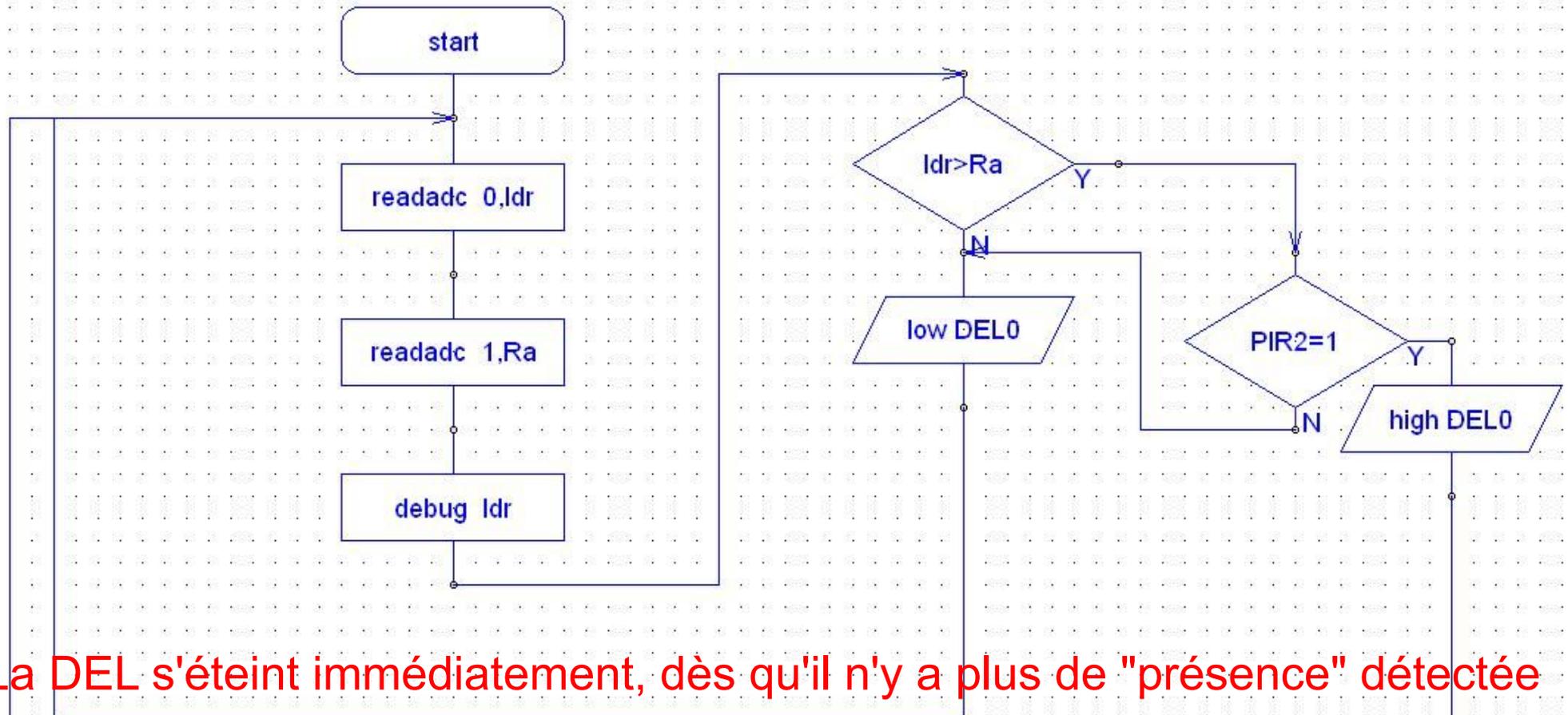
Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Un capteur de présence est ajouté...

Si la valeur de la LDR $>$ à la Valeur de Ra ET si le capteur de présence détecte une... présence (oui, cela s'appelle une répétition...) alors la DEL s'allume, sinon... elle reste éteinte!



La DEL s'éteint immédiatement, dès qu'il n'y a plus de "présence" détectée

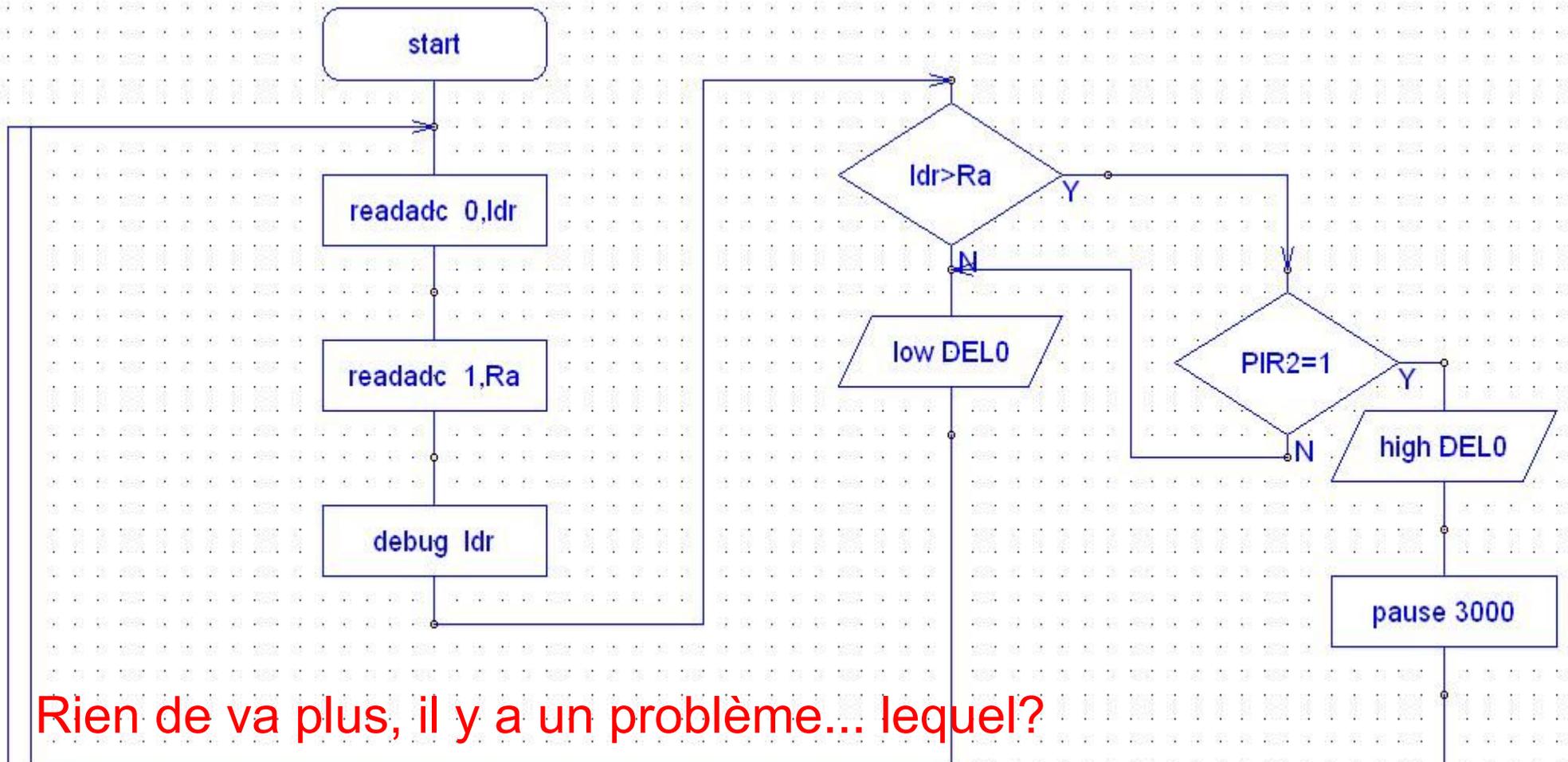
Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Le programme précédent pourrait être amélioré.....

Que pourrait-on ajouter pour que la DEL ne fasse pas un effet "discothèque" ?



Rien de va plus, il y a un problème... lequel?

Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



Vous ne voyez rien, c'est normal....

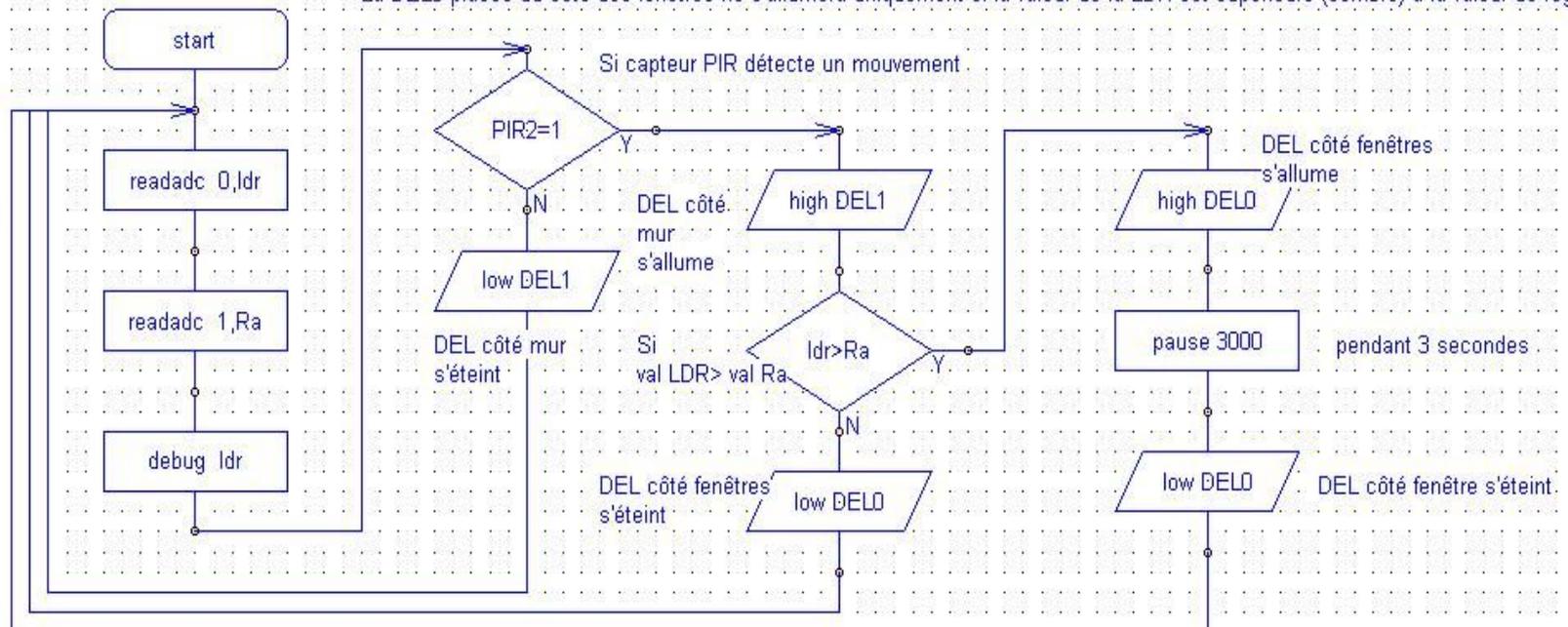
La solution du soucis → il faut éteindre la DEL après la pause...

La DEL1 placée du côté du mur s'allume dès qu'un mouvement est détecté.
La DEL0 placée du côté des fenêtres ne s'allumera uniquement si la valeur de la LDR est supérieure (sombre) à la valeur de réglage.

Lecture capteur de lumière (LDR), la valeur est placée dans la variable b0 (ldr).

Lecture réglage (Ra), la valeur est placée dans la variable b1 (Ra).

Affichage à l'écran de la valeur des variables





Synthèse 3

Le programme d'un système automatisé peut être décrit textuellement par un algorithme* ou de manière graphique sous la forme d'un organigramme.

Sa modification permet d'adapter le système automatisé à une nouvelle fonction ou une nouvelle contrainte.

Cela nécessite l'ajout, la correction ou la suppression d'une ou plusieurs commandes ou instructions ou fonctions logiques*

** suite ordonnée d'instructions ou commandes énoncée dans un langage bien défini, permettant la résolution d'un problème.*

**Les fonctions logiques sont réalisées par des opérateurs logiques dont le résultat est une condition logique*



Centre d'intérêt 2

Optimiser la consommation d'énergie d'un système d'éclairage



RESSOURCES

Définition de l'éclairage

http://fr.ekopedia.org/%C3%89clairage#Les_diff.C3.A9rents_types_d.27ampoules_.C3.A9lectriques

Logiciel de diagnostic "Éclairage" en ligne

<http://kheops.champs.cstb.fr/DECI/>

Pour comprendre l'éclairage (général)

<http://les-cactus.com/eclairage-artificiel-semis-cactus-succulente.php>

<http://www.dynalum.com/eclairage-des-lieux-de-travail.htm>

Pour comprendre le fonctionnement des tubes fluorescents

<http://www.stielec.ac-aix-marseille.fr/cours/abati/fluor.htm>

Ressources pour les élèves et l'enseignant

http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_15942.htm

Tableau récapitulatif : http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_16267.htm

Caractéristiques des ampoules : http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_9566.htm

Rénovation partielle : http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_10547.htm

Remplacement des châssis : http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_16030.htm

NE salle de classe : http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_10759.htm

