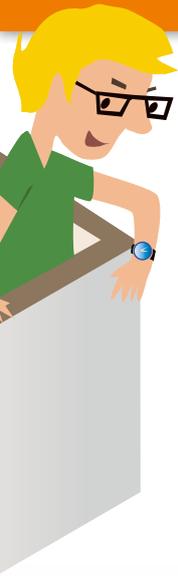


B

## Exposition au soleil & prix de l'habitat





## INTRODUCTION

Pourquoi les appartements d'un même immeuble n'ont-ils pas tous le même prix ? Pourquoi les appartements des étages supérieurs sont-ils plus chers que ceux des étages inférieurs ? On s'en doute, cela a un rapport avec le degré d'ensoleillement et de luminosité des pièces. La présente activité a pour objectif de faire faire aux élèves une étude de terrain et de leur faire collecter des données sur la superficie des appartements, la superficie des fenêtres, l'orientation et l'étage ainsi que sur les prix des appartements en fonction de leur exposition et de l'étage auquel ils sont situés. Cette leçon a également pour objectif d'inciter les étudiants à rechercher le rapport entre les variations de prix des immeubles, l'économie et certains concepts de l'astronomie et des sciences de la terre.

*N.B. : Dans ce texte, l'analyse de l'ensoleillement et de l'exposition est valable pour l'hémisphère Nord.*

### Notions clés

Connaissances de base : course journalière du soleil, latitude, notions de base en statistique.

Connaissances interdisciplinaires : cette activité requiert la connaissance des concepts et de thèmes abordés dans les domaines de l'astronomie, de la géologie, des mathématiques élémentaires, des formules de construction et des sciences sociales. Elle nécessite un travail sur le terrain pour collecter les données et dans le but de familiariser les élèves avec leur environnement social et géographique.

Cette activité convient aux élèves âgés de 15 à 17 ans et doit pouvoir être intégrée au programme scolaire de tous les pays européens à partir de la dernière année du secondaire. Elle est idéale pour favoriser une coopération sur un plan international et permet la comparaison des données parmi celles collectées dans les villes des différents pays. Le cours permettra d'établir des statistiques qui évaluent et mettent en avant les différences et les analogies entre les pays en fonction de la latitude, de la population, de la richesse et d'autres paramètres. Dans l'exemple donné, trois des quatre villes sont à peu près situées à la même latitude.

## RESSOURCES

Toutes les activités sont destinées à permettre un traitement des données et une analyse à l'aide d'un PC ou d'un Mac et les feuilles de calcul vont permettre de donner un premier aperçu de la comparaison des prix, notamment

si les données de différentes régions ou pays sont évaluées. Nous avons préparé un programme Java pour la partie astronomique de cette unité d'enseignement pour faire réfléchir à l'ensoleillement et à la latitude et pour inciter les élèves à se familiariser avec les concepts d'énergie, d'absorption de l'énergie et de flux de rayonnement.

Le guide de l'étudiant et l'application Java sont disponibles sur le site [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de).

Programmation : on incitera les élèves à améliorer et à développer d'autres fonctionnalités dans l'application Java. Dans sa version actuelle, l'application Java calcule la quantité journalière moyenne d'énergie entrant dans les pièces d'un appartement (valeur correspondant à la donnée collectée).

L'approche propédeutique du programme Java permet de collecter les données relatives à la superficie totale recouverte par des fenêtres exposées à l'ouest dans un appartement donné ainsi que la latitude du site où les données ont été collectées. Le programme Java permet de visualiser la direction des rayons du soleil par rapport à un profil générique de fenêtre exposée au sud au moment des équinoxes, de donner un indice sur l'importance de l'énergie solaire et de la latitude et enfin de calculer la quantité journalière d'énergie entrant dans l'appartement par les fenêtres exposées au sud, en admettant que la quantité d'énergie par mètre carré émise par le soleil et atteignant la terre après l'absorption atmosphérique est constante.

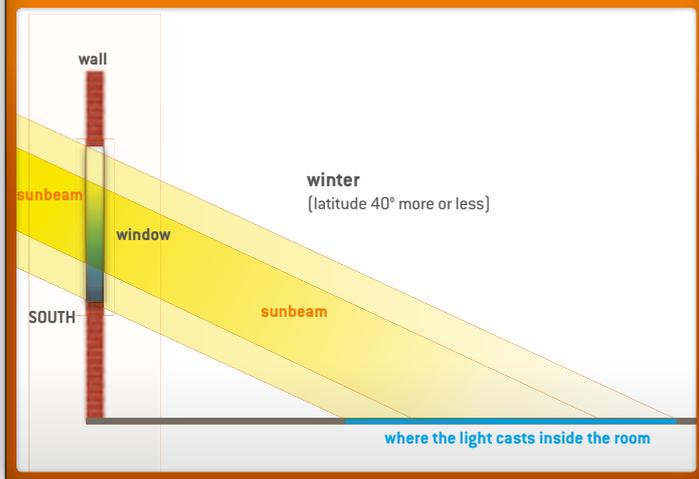
La présente unité d'enseignement repose notamment sur la création d'un programme Java.

## CONTENU

Les étudiants comprennent rapidement que le taux d'ensoleillement est un facteur influant sur le prix d'un appartement. Ils pourront facilement observer que la lumière du soleil n'atteint pas de la même façon le rez-de-chaussée que le 8ème étage d'un immeuble par exemple. Les immeubles situés en face font de l'ombre aux étages inférieurs de l'immeuble dans lequel on se trouve. Du coup, les rez-de-chaussée et les étages inférieurs reçoivent peu de lumière tandis que les étages supérieurs reçoivent les rayons directs du soleil.

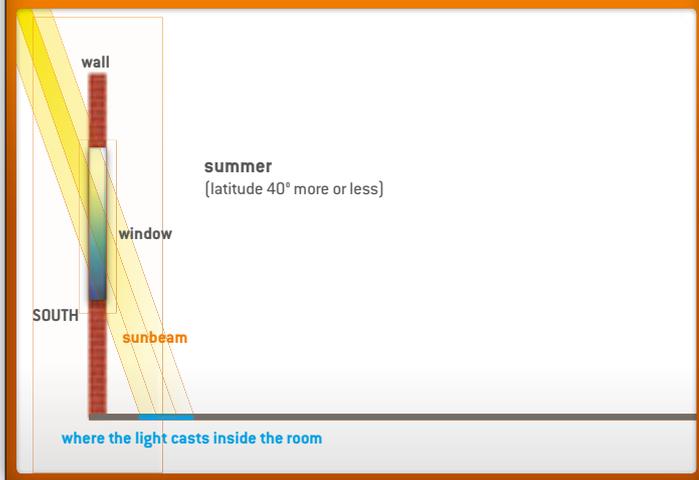
Il en va de même avec l'exposition. Une bonne exposition garantit un bon ensoleillement et un plus grand apport de chaleur.

### ① Les rayons solaires en hiver



On peut observer comment les rayons du soleil entrent par les fenêtres d'un appartement et ce en fonction de l'exposition et de la saison.

### ② Les rayons solaires en été



En hiver, les rayons du soleil traversent la fenêtre de la face sud de l'immeuble et remplissent toute la pièce. Nous avons alors une pièce bien ensoleillée et chaude. ①

En été, les rayons du soleil se projettent contre le mur. La lumière pénètre la pièce avec moins d'intensité. La pièce est moins chaude que celles exposées à l'ouest par exemple. ②

Sur ces deux images (①, ②), les murs sont exposés au sud et l'angle d'inclinaison des rayons du soleil est donnée à midi environ, à une période de latitude maximum

par rapport à l'horizon des solstices (le 21 décembre pour le solstice d'hiver et le 21 juin pour le solstice d'été dans l'hémisphère Nord). Let us consider here, the behaviour of the sunbeams when the wall is facing east and west. In doing so, we will be in a position to compare the advantages and disadvantages of different orientations and draw the relevant conclusions.

Il nous faut également observer le comportement des rayons du soleil lorsque le mur est exposé à l'est ou à l'ouest, ce qui nous permettra de comparer les avantages et les inconvénients de chaque type d'exposition et d'en tirer des conclusions.

En hiver, c'est particulièrement agréable ; le soleil réchauffe la pièce et l'emplit de lumière. En été, les rayons du soleil opèrent de façon similaire. En effet, si le soleil est plus chaud à la même heure, il est situé plus haut dans le ciel et ses rayons n'atteignent pas toute la pièce. L'exposition à l'est semble donc être la meilleure après l'exposition au sud.

Le taux d'ensoleillement et la quantité de chaleur diffèrent encore lorsque l'appartement est exposé à l'ouest.

En hiver, le soleil se couche très tôt et la pièce ne reçoit que les derniers rayons de soleil, lesquels réchauffent à peine la pièce. Au contraire, en été, lorsque le soleil commence à entrer dans la pièce, l'appartement est déjà très chaud du fait de la température extérieure.

#### Objectifs

Les données requises par le programme sont les suivantes :

- ▮ le rayonnement solaire constant atteignant la terre : il s'agit d'une valeur constante estimée à  $200\text{W/m}^2$ , mais nous avons décidé d'en faire un paramètre de façon à pouvoir la modifier en fonction des conditions climatiques et météorologiques,
- ▮ la latitude,
- ▮ la surface totale des fenêtres exposées au Sud.

#### Analyse

On peut partir du principe que le rayonnement solaire atteignant la surface de la terre équivaut en termes d'énergie par unité de temps et par mètre carré à la valeur d'environ  $200\text{W/m}^2$  (voir [home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html](http://home.iprimus.com.au/nielsens/solrad.html)).

Il est possible d'obtenir la hauteur moyenne du soleil au-dessus de l'horizon pendant l'année à midi à partir de



sa hauteur aux équinoxes. Cet angle est l'angle complémentaire de la latitude. L'angle de la latitude est aussi égal à l'angle que forment les murs extérieurs de l'appartement et les fenêtres (perpendiculaire à l'horizon) avec la lumière du soleil qui entre partout parallèlement à la surface de la Terre. La quantité d'énergie entrant dans l'appartement par unité de temps peut être définie comme le flux d'énergie solaire pénétrant la surface de la fenêtre et peut être définie par la formule  $F=R*S*\sin(\lambda)$ ,  $\lambda$  étant la latitude à l'endroit où est situé l'appartement. On peut alors estimer ce rayonnement à partir de l'exposition de l'appartement, en admettant que ce rayonnement est émis sur la surface totale des fenêtres pendant 6 heures par jour.

Cela implique donc de multiplier F par 6 heures (attention de bien convertir les heures en secondes) et par la surface totale des parois extérieures vitrées et exposées au sud pour obtenir la quantité d'énergie par jour (voir fig. ③).

### Résultat

Le résultat numérique doit être la quantité moyenne d'énergie reçue par l'appartement par les fenêtres situées sur les murs exposés au sud, et ce pour un jour normal.

Le programme permet également de mettre en évidence les points suivants :

- le modèle de fenêtre indiquant la direction des rayons du soleil à l'équinoxe permet de déterminer l'angle formé par le rayon de soleil et la surface de la fenêtre et d'obtenir ainsi la latitude
- la latitude géographique du site à l'équinoxe.

[Ces deux éléments faisant l'objet d'une représentation graphique sont en cours de développement ; le programme n'affichant pour l'instant qu'un graphique constant, ce qui n'empêche pas les élèves de créer le code Java permettant de l'adapter à la latitude.]

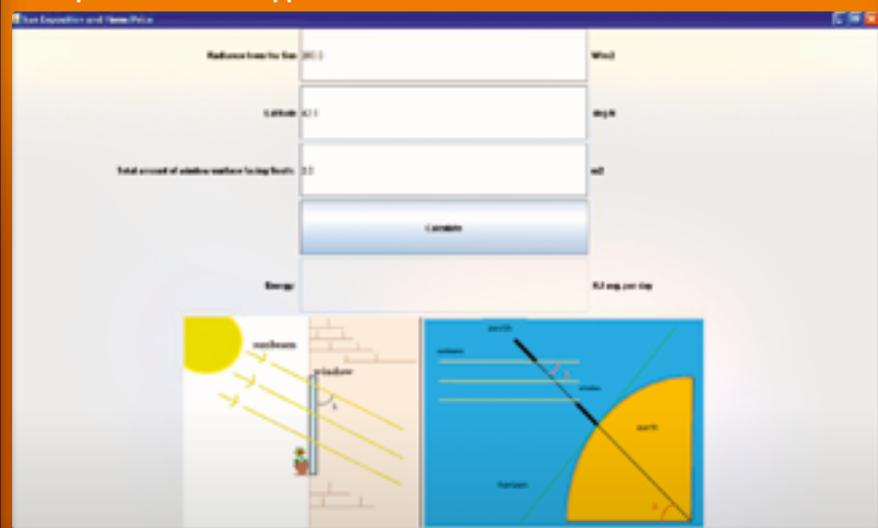
### CONCLUSION

Au cours d'un projet pilote de cette activité, plusieurs groupes d'étudiants se sont rendus dans des agences immobilières et ont demandé des informations relatives au quartier, les surfaces habitables, les prix et l'exposition conformément au «Guide de l'étudiant» disponible sur le site [www.science-on-stage.de](http://www.science-on-stage.de). Pour obtenir des informations aussi diverses que possibles, chaque groupe d'étudiants a mené l'enquête dans différents quartiers.

Il pourrait être intéressant de rédiger un bref compte-rendu retraçant les problèmes rencontrés par les étudiants dans les différents pays pour obtenir les informations requises pour les prix des appartements. Les agents immobiliers étaient généralement conscients du fait que les étudiants n'avaient pas l'intention d'acheter de biens immobiliers. Dans la majorité des cas, ils n'ont d'ailleurs pas rencontré les étudiants, ce qui peut parfois expliquer que les données ne soient pas toujours très précises.

Cette activité de collecte d'informations donne toujours des résultats plus significatifs lorsqu'elle est menée dans le cadre d'un projet de coopération internationale ou tout du moins sur plusieurs villes et régions d'un même pays, seul moyen de comparer des sites très différents les uns des autres, tant sur le plan du climat, de la latitude, de la situation orographique, économique et géographique.

### ③ Capture écran de l'application Java



Il est ainsi possible d'obtenir des données intéressantes en fonction de la latitude, de la situation socio-économique, de la politique immobilière du pays, de l'influence et de l'action réelles du soleil pendant la journée.

Le paramètre «Rayonnement du soleil» peut être utilisé pour «moduler» les conditions géographiques, orographiques et météorologiques ; ainsi la valeur moyenne de départ de  $200 \text{ W/m}^2$  peut être augmentée pour les latitudes plus faibles, des conditions climatiques et une situation météorologique plus favorables, ou encore pour une couverture nuageuse moyenne.

#### Devoir à la maison :

collecter les données, remplir les formulaires, échange de données avec les écoles partenaires au niveau international, saisie des données dans des tableaux et/ou dans le programme Java, représentation graphique, commentaire.

Les élèves pourraient en outre faire de la programmation, tout du moins dans le cadre des activités des feuilles de calcul.

Les élèves pourraient enfin se demander pourquoi la représentation graphique est telle qu'elle est et chercher à trouver les liens avec les causes géographiques et socio-économiques.

Il pourrait être intéressant de publier les résultats dans un journal local de chacune des villes participantes, ce qui permettrait de mettre en place une sorte de partenariat entre les villes à partir de l'activité des écoles.

Il serait également intéressant d'utiliser l'inclinaison des fenêtres comme nouveau paramètre : en changeant l'inclinaison de la fenêtre par rapport à l'horizon, il est possible d'augmenter le flux du rayonnement à travers les fenêtres exposées au sud, de façon à augmenter sa valeur maximale. Les fenêtres de type Velux sont un exemple qui montre comment augmenter l'énergie provenant du soleil en rapprochant l'angle  $\lambda$  des  $90^\circ$ . L'introduction de ce nouveau paramètre permet des réflexions et discussions nouvelles sur l'optimisation du rendement énergétique d'une maison.

En raison des développements internationaux, ces activités peuvent ouvrir des opportunités de communication simples et efficaces entre les écoles partenaires des différents pays. Parmi les plateformes d'échanges existantes, le système de gestion de contenu Wiki pourrait être une solution intéressante et pratique pour partager des contenus et développer des partenariats entre des écoles éloignées géographiquement les unes des autres. Avec des accès différents pour les enseignants et les élèves, ces plateformes d'échange et de coopération permettent le développement d'activités communes avec des personnes éloignées géographiquement. Elles sont en outre parfaitement adaptées au monde de l'école.

