

Exposition temporaire
du 25 janvier au 28
août 2022

DOSSIER PEDAGOGIQUE

Enseignants premier et second degré



CONÇU PAR :
ART'M
créateurs
associés

Anne SIMONOT et Didier THIEURMEL,
professeurs relais DAAC à l'Espace
des sciences de Rennes

Sommaire

| | |
|--|----|
| L'exposition « Les horloges du vivant » à l'Espace des sciences, les contenus. | 2 |
| Liens avec les programmes scolaires..... | 7 |
| Possibilités d'exploitations de l'exposition «LES HORLOGES DU VIVANT» (1 ^{er} degré) | 12 |
| D'autres pistes | 16 |
| Etude documentaire pour comprendre l'expérience de Michel Siffre | 16 |
| Les saisons dans l'art..... | 18 |
| Possibilités d'exploitations de l'exposition «LES HORLOGES DU VIVANT» (2 nd degré) | 19 |
| L'héliotropisme (classe de Terminale spécialité SVT) | 19 |
| La chronobiologie ou l'étude de rythmes quotidiens | 22 |
| L'influence des saisons sur le comportement des animaux (activité collège) .. | 26 |
| ANNEXE 1 : Carnet de sommeil..... | 30 |
| ANNEXE 2 : Combien de temps dormons-nous ?..... | 31 |
| ANNEXE 3 : étude documentaire | 32 |
| ANNEXE 4 : quels sont les éléments qui perturbent notre sommeil ?..... | 34 |
| Pour conclure : l'Espace des sciences en pratique | 37 |

L'exposition « Les horloges du vivant » à l'Espace des sciences, les contenus.

« Pourquoi les plantes se referment-elles le soir ? A quelle vitesse battent les ailes du colibri ? Un bébé respire-t-il comme un adulte ? Le koala dort 20h par jour. Paresse ou besoin ? »

Toutes les formes de vie, des plus simples aux plus complexes, possèdent des systèmes d'horloges dont les scientifiques sont aujourd'hui capables de décrire certains mécanismes.

L'exposition « Les horloges du vivant » se décompose en trois parties :

- Le monde végétal
- Le monde animal
- Le corps humain

La plupart des informations et activités interactives sont également disponibles sur le site internet de l'exposition : <https://www.expoclock.org/>

Les objectifs pédagogiques :

- Découvrir le cycle des plantes et des animaux ainsi que les mécanismes physiologiques associés.
- Découvrir les rythmes du vivant et en particulier ceux du corps humain.
- Prendre conscience du rôle et de l'importance des différentes phases du sommeil.

PARTIE 1 : Les végétaux

Les premières observations des rythmes biologiques ont porté sur le monde végétal. Aujourd'hui encore, les recherches dans ces domaines sont très actives. Fleurs, plantes, arbres, sont en relation directe avec l'environnement et leurs rythmes doivent être synchronisés avec les rythmes des jours, des températures, des saisons. Dans ce monde vos élèves pourront découvrir le cycle de vie de différentes plantes et les mécanismes se cachant derrière les rythmes des végétaux.

Le cycle des saisons :

De nombreuses plantes sont capables de mesurer la température et possèdent également une horloge interne leur permettant de déterminer la durée du jour. Grâce à ces deux mécanismes, elles peuvent prévoir l'arrivée des saisons et ainsi grandir ou fleurir à l'époque la plus favorable de l'année, tout en ignorant les faux signaux comme une journée ensoleillée en plein hiver. Lorsque l'hiver est plus long qu'à son habitude, l'horloge interne peut parfois poser problème en déclenchant la floraison. Les jours s'étant allongés malgré la persistance du froid, peu de fruits seront produits.

L'importance du Soleil :

Les végétaux ont besoin du Soleil. Ils utilisent l'énergie de ses rayons pour produire les ingrédients nécessaires à leur survie. Par exemple, les sucres sont fabriqués à partir de dioxyde de carbone (CO₂), d'eau et d'énergie provenant des rayons solaires. Afin de capter un maximum d'énergie lumineuse, les

plantes peuvent suivre le soleil de deux façons différentes. L'héliotropisme : tel le jeune tournesol la plante suit le mouvement du soleil tout au long de la journée. Le phototropisme : la plante pousse en direction de la source lumineuse. Le Soleil par exemple.

Une horloge florale :

La floraison, l'apparition de fleurs, et la fanaison, leur disparition, ne sont pas des phénomènes se produisant à n'importe quel moment de l'année. Elles sont rythmées par des phénomènes se passant à l'intérieur de la plante. La fleur produit une molécule, une particule microscopique, du nom de CONSTANS lui permettant de mesurer la durée du jour. Cette molécule est produite en fin d'après-midi et elle est détruite la nuit. Au printemps, lorsque les jours sont assez longs, la plante arrive à stocker suffisamment de CONSTANS pour déclencher la floraison. La fanaison, quant à elle, est contrôlée par une hormone et deux protéines, des molécules spéciales, qui, assemblées produisent un interrupteur moléculaire. Cet interrupteur microscopique n'a pas la forme d'un interrupteur électrique mais a la même utilité : il va déclencher une action, ici la chute des pétales.

PARTIE 2 : Les animaux

Dès les premières formes de vie, le rythme est présent chez les êtres vivants : alimentation, reproduction, déplacement,... Depuis, les rythmes ont évolué, pris de nombreuses formes et font partie intégrante de toutes les formes de vie. Cet espace propose de s'attarder sur le monde animal afin d'y découvrir des rythmes surprenants et leur classification, des parades amoureuses ou encore des rythmes invisibles à l'oeil nu. Un jeu sur écran tactile géant permettra également à vos élèves de vivre les voyages pleins de rebondissements d'animaux migrants.

EXO – ENDO :

Chez les animaux les rythmes sont classés en deux catégories. Les rythmes endogènes sont des rythmes qui persistent même en l'absence de tout signal extérieur : les battements cardiaques, la respiration, le cycle menstruel... Les rythmes exogènes sont cadencés par l'environnement comme le changement de pelage chez le lièvre variable

INFRA - ULTRA - CIRCA :

Les rythmes sont classés en 3 grandes familles. Ce classement se fait à l'aide de la fréquence, c'est-à-dire le nombre d'actions périodiques par unité de temps. Par exemple un battement de coeur par seconde.

Les rythmes ultradiens correspondent à une fréquence de moins de 24H. Par exemple, le battement cardiaque.

Les rythmes circadiens ont une fréquence de 24H. Par exemple, le sommeil chez l'Homme. Les rythmes infradiens ont une fréquence supérieure à 24H. Par exemple, le repas du boa constricteur mangeant une fois par semaine.

À CONTRETEMPS :

Une grande partie des animaux mangent, se reproduisent et se déplacent le jour. On les appelle animaux «diurnes». Mais il existe des espèces faisant tout cela la nuit, elles sont dites «nocturnes». La

vie de nuit a quelques avantages : être plus difficilement repérable, chasser sans être chassé, se protéger des rayons du soleil ou de la température dans certaines régions. On retrouve chez tous les animaux nocturnes des caractéristiques physiques leur permettant de « voir » avec la lune et les étoiles comme uniques sources de lumière.

HIBERNATION/HIVERNATION :

Les animaux hibernant s'endorment profondément durant la mauvaise saison. Leur température diminue jusqu'à atteindre la température extérieure. Tous les rythmes ralentissent : cardiaque, respiratoire,... Quelques animaux hibernant : la marmotte, le loir, la chauve-souris, le hérisson, ...

Les animaux hivernant s'endorment et diminuent eux aussi leurs rythmes. Leur sommeil est toutefois beaucoup plus léger, leur rythme et leur température diminuent de façon beaucoup moins importante. Ils se réveillent régulièrement pour se nourrir, se déplacer, éliminer leurs déchets et parfois même pour donner naissance à leurs petits. Quelques animaux hivernant : l'ours noir, le blaireau, le raton laveur, la coccinelle à deux points,...

PARTIE 3 : Le corps humain

Cet espace propose de prendre le temps de s'observer et de prêter attention à ses rythmes. Le corps humain est une véritable machine à rythmes avec activités journalières et organes comme percussions. Les différentes activités permettront à vos élèves d'écouter les rythmes de leur corps, leur cœur et leurs poumons. Un casque leur permettra également de voir les rythmes dans leur cerveau.

LES RYTHMES DE LA JOURNEE :

Notre corps est réglé comme une horloge. La faim, la fatigue, le réveil, la vigilance... toutes ces fonctions sont pilotées à l'aide de mécanismes faisant varier des taux d'hormones, la pression sanguine, la température,... C'est par exemple un pic de mélatonine qui nous amène à rejoindre notre lit ou un pic de ghréline qui nous fait signe qu'il est temps de manger. On pourrait presque donner l'heure en écoutant ces grands rythmes corporels.

LE CYCLE FEMININ :

Chez la quasi-totalité des mammifères, la reproduction est rythmée. La plupart des femelles sont fertiles à un moment spécifique. Pas d'exception pour l'humain. Le rythme menstruel est en moyenne de 28 jours durant lequel une multitude d'événements permettent d'accueillir un embryon en bonne condition en cas de fécondation ou, s'il n'y a pas fécondation, de préparer l'accueil d'un possible embryon le mois suivant. Ce cycle est rythmé par une communication constante entre le cerveau et l'appareil reproducteur.

L'HUMAIN, UN MAMMIFERE :

Entre la baleine bleue mesurant 30 mètres pour 180 tonnes et la chauve-souris Bourbon ne faisant que 3 centimètres pour 2 grammes, l'humain français avec ses 170 centimètres et ses 70 kilogrammes de moyenne ne se situe pas aux extrêmes. 70 battements cardiaques par minute contre 5 pour la baleine et 150 pour la souris. 15 respirations par minute contre 5 pour la baleine et 150 pour la souris. 1 ovulation tous les 28 jours contre 1 par an pour la baleine et 1 tous les 4 jours pour la souris.

HORLOGE CELLULAIRE :

Chaque cellule possède une montre un peu différente des nôtres : pas d'aiguille ni de cadran sur celle-ci. Ce sont des molécules interagissant entre elles qui donnent l'heure. La cellule produit deux molécules (Clock et Bmal1) qui, associées lancent la production de deux autres molécules (Per et Cry). Ces dernières arrêtent la production de Clock et Bmal1 et donc la production d'autres Per et Cry. Lorsque les Per et Cry se dégradent, le cycle recommence et ainsi de suite. C'est ce rythme qui donnera l'heure à la cellule. LE NCS Toutes les cellules de notre corps ont une montre leur permettant de connaître l'heure. Mais pour bien fonctionner, toutes ces montres doivent être à la même heure. C'est là que rentre en jeu les NSC (Noyaux Supra Chiasmatisques). L'horloge parlante de notre corps se trouve dans notre cerveau. Le NSC est directement en lien avec la rétine des yeux, ce qui lui permet de savoir s'il fait jour ou non et ainsi de régler chaque jour l'horloge des cellules.

MEDECINE RYTHMIQUE :

La chronothérapie est une branche de la médecine prenant en considération les rythmes internes des patients dans le traitement des maladies afin notamment de déterminer le moment idéal pour la prise d'un médicament. Certains médicaments sont plus efficaces ou plus toxiques en fonction de l'heure à laquelle ils sont pris. C'est ce que l'on appelle respectivement la chronotolérance et la chronotoxicité. L'utilisation de la chronothérapie est encore anecdotique pour des raisons de budget, de connaissances ou de volonté. Mais grâce à des équipes de recherche, ces approches nouvelles de la médecine n'ont pas fini de montrer leur efficacité et de se démocratiser.

LES CYCLES DU SOMMEIL :

Le sommeil n'est pas un long fleuve tranquille où tout notre corps se met au repos. Il continue à travailler toute la nuit, mais d'une façon différente qu'en journée. L'activité de notre sommeil peut être rangée en 3 phases : le sommeil léger, le sommeil profond et le sommeil paradoxal. Lors de ces phases, notre fréquence cardiaque, notre fréquence respiratoire et l'activité de notre cerveau changent de rythme. Ces phases reviennent plusieurs fois par nuit, créant ainsi des cycles du sommeil. Une nuit comporte une succession de cycles du sommeil. La nuit, tout le monde ne dort pas !

LES TROUBLES DU SOMMEIL :

Le sommeil est une activité qui obéit à une logique précise de rythme. Bien dormir est essentiel dans le maintien des équilibres au sein de l'organisme. Les troubles du sommeil peuvent être les conséquences d'un comportement, d'une maladie ou d'une contrainte sociale. Pratiquer une activité physique tard, consommer une boisson excitante ou regarder un écran avant le coucher auront tendance à retarder l'endormissement. Au contraire, une personne atteinte du syndrome d'avance de

phase a tendance à éprouver de la fatigue dès 18H. Une personne travaillant la nuit est exposée quant à elle à un risque accru de développer certaines maladies.

Liens avec les programmes scolaires

Socle commun de connaissances, de compétences et de culture

Domaine 4 : Les systèmes naturels et les systèmes techniques

« Questionner le monde » constitue l'enseignement privilégié pour formuler des questions, émettre des suppositions, imaginer des dispositifs d'exploration et proposer des réponses. Par l'observation fine du réel dans trois domaines, le vivant, la matière et les objets, la démarche d'investigation permet d'accéder à la connaissance de quelques caractéristiques du monde vivant, à l'observation et à la description de quelques phénomènes naturels et à la compréhension des fonctions et des fonctionnements d'objets simples.

Cet enseignement développe une attitude raisonnée sur la connaissance, un comportement responsable vis-à-vis des autres, de l'environnement, de sa santé à travers des gestes simples et l'acquisition de quelques règles simples d'hygiène relatives à la propreté, à l'alimentation, au sommeil, à la connaissance et à l'utilisation de règles de sécurité simples.

Domaine 5 : Les représentations du monde et l'activité humaine

Les enseignements « Questionner le monde », mathématiques et éducation physique et sportive mettent en place les notions d'espace et de temps. La répétition des événements et l'appréhension du temps qui passe permet une première approche des rythmes cycliques.

Cycle 2 : Questionner le monde

QUESTIONNER LE MONDE DU VIVANT, DE LA MATIERE ET DES OBJETS

Comment reconnaître le monde vivant ?

Connaître des caractéristiques du monde vivant, ses interactions, sa diversité

Identifier ce qui est animal, végétal, minéral ou élaboré par des êtres vivants.

- Développement d'animaux et de végétaux.
- Le cycle de vie des êtres vivants.
- Régimes alimentaires de quelques animaux.
- Quelques besoins vitaux des végétaux.

Reconnaître des comportements favorables à sa santé

Mettre en œuvre et apprécier quelques règles d'hygiène de vie : variété alimentaire, activité physique, capacité à se relaxer et mise en relation de son âge et de ses besoins en sommeil, habitudes quotidiennes de propreté (dents, mains, corps).

Changements des rythmes d'activité quotidiens (sommeil, activité, repos...).

QUESTIONNER L'ESPACE ET LE TEMPS

Se situer dans le temps

Dès le CP, les élèves, guidés par l'enseignant, mènent sur le terrain, des observations, manipulations, explorations et descriptions, complétées par des récits, des témoignages et des études de documents. Ils repèrent ainsi des régularités, des transformations, des corrélations et dégagent des faits remarquables.

Cycle 3 : Sciences et technologies

Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent

Décrire comment les êtres vivants se développent et deviennent aptes à se reproduire

- Identifier et caractériser les modifications subies par un organisme vivant (naissance, croissance, capacité à se reproduire, vieillissement, mort) au cours de sa vie.
- Modifications de l'organisation et du fonctionnement d'une plante ou d'un animal au cours du temps, en lien avec sa nutrition et sa reproduction.
- Différences morphologiques homme, femme, garçon, fille.
- Stades de développement (graines-germination-fleur-pollinisation, œuf-larve-adulte, œuf-fœtus-bébé, jeune-adulte).
- Décrire et identifier les changements du corps au moment de la puberté (modifications morphologiques, comportementales et physiologiques).

La planète Terre. Les êtres vivants dans leur environnement

Situer la Terre dans le Système solaire et caractériser les conditions de vie sur Terre

- Décrire les mouvements de la Terre (rotation sur elle-même et alternance jour-nuit, autour du Soleil et cycle des saisons).

Identifier les enjeux liés à l'environnement :

- Décrire un milieu dans ses différentes composantes : notion d'écosystème, interactions des organismes vivants entre eux et avec leur environnement.
- Relier le peuplement du milieu et les conditions de vie : modifications du peuplement en fonction des conditions physico-chimiques du milieu et des saisons. Conséquences de la modification d'un facteur physique ou biologique sur l'écosystème.
- La biodiversité, un réseau dynamique : Identifier la nature des interactions entre les êtres vivants et leur importance dans le peuplement des milieux. Identifier quelques impacts humains dans un environnement (comportements, aménagements, impacts de certaines technologies...).

- Aménagements de l'espace par les humains et contraintes naturelles : impacts technologiques positifs et négatifs sur l'environnement.

Le vivant et son évolution

Relier des éléments de biologie de la reproduction sexuée et asexuée des êtres vivants et l'influence du milieu sur la survie des individus, à la dynamique des populations.

- Reproductions sexuée et asexuée, rencontre des gamètes, milieux et modes de reproduction et de dissémination.

Le corps humain et la santé

Rythmes cardiaque et respiratoire, et effort physique

Relier quelques comportements à leurs effets sur le fonctionnement du système nerveux.

Activité cérébrale ; hygiène de vie : conditions d'un bon fonctionnement du système nerveux, perturbations par certaines situations ou consommations (seuils, excès, dopage, limites et effets de l'entraînement).

Relier le fonctionnement des appareils reproducteurs à partir de la puberté aux principes de la maîtrise de la reproduction.

- Puberté, organes reproducteurs, production de cellules reproductrices, contrôles hormonaux.

Classe de seconde

La Terre, la vie et l'organisation du vivant

Communication intra-spécifique et sélection sexuelle

La communication s'inscrit dans le cadre d'une fonction biologique (nutrition, reproduction, défense, etc.). Il existe une grande diversité de modalités de communication (chimique, biochimique, sonore, visuelle, hormonale).

Procréation et sexualité humaine

En 1^{ère} enseignement scientifique

Le Soleil, notre source d'énergie

La puissance solaire reçue par unité de surface terrestre dépend :

- de l'heure (variation diurne) ;
- du moment de l'année (variation saisonnière) ;
- de la latitude (zonation climatique).

Une conversion biologique de l'énergie solaire : la photosynthèse

L'utilisation par la photosynthèse d'une infime partie de l'énergie solaire reçue par la planète fournit l'énergie nécessaire à l'ensemble des êtres vivants

En classe de 1^{ère} spécialité SVT

La Terre, la vie et l'organisation du vivant

- Transmission, variation et expression du patrimoine génétique
- Les divisions cellulaires des eucaryotes
- L'expression du patrimoine génétique

En classe de Terminale spé SVT

Enjeux planétaires contemporains

- L'organisation fonctionnelle des plantes à fleurs
- Reproduction de la plante entre vie fixée et mobilité

Possibilités d'exploitations de l'exposition «LES HORLOGES DU VIVANT» (1^{er} degré)

Plusieurs entrées sont possibles pour la visite de cette exposition : voici une proposition autour de la thématique du sommeil.

1) L'exposition sert de supports aux investigations :

Avant la visite, plusieurs temps sont à prévoir en classe :

- **Un temps d'émergence des représentations : l'enseignant demande aux élèves**
 - Ce qu'ils savent sur le sommeil : est-ce qu'ils dorment assez ? A quoi sert le sommeil ?
 - Observer l'affiche « longues soirées, journées gâchées »
<http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/34.pdf>
 - Demander aux élèves, sur une semaine, de noter leurs heures de couchers et de levers, pour savoir combien d'heures ils dorment par semaine (voir les documents en annexes)

- **Un temps de confrontation des recherches qui permet de faire émerger :**

Que tout le monde n'a pas la même quantité de sommeil en une semaine.

Ils se poseront alors de nouvelles questions :

Est-ce que l'on dort toute la nuit de la même manière ? Et les animaux, ont-ils le même sommeil que les Hommes ? Que se passe-t-il lorsque l'on dort ? Comment se préparer à bien dormir ? Pourquoi, certains soirs, même si l'on est fatigué, on n'arrive pas à trouver le sommeil ?

- **Un temps de visite de l'exposition :**

La classe dispose d'une liste de questions et des hypothèses émises pour chaque question, hypothèses qu'il va falloir soumettre à l'investigation.

A l'enseignant d'organiser le travail des élèves (soit tous les groupes disposent des mêmes questions, soit les questions sont réparties entre les groupes). Cela permettra une meilleure répartition du travail sur place (sans que cela empêche les élèves de découvrir l'ensemble de l'exposition).

L'enseignant pourra communiquer la liste des questions à l'animateur afin que celui-ci y réponde au cours de son intervention (sous réserve d'avoir contacté un(e) médiateur(trice) en amont).

Pendant l'animation et en visitant l'exposition, les élèves pourront :

- Observer
- Chercher des réponses dans les documents disponibles
- Interroger l'animateur scientifique

Après la visite et l'animation :

Mises en commun, rédaction de comptes rendus dans le cahier de sciences, réalisation d'une exposition pour les autres classes de l'école, réalisation d'exposés pour une classe ouverte, réalisation de fiche d'identités pour servir de support à un travail de classification...

2) L'exposition et l'animation sont un point de départ qui vont inciter la classe à :

- Approfondir certains points, identifier des questions qui seront suivies d'une recherche documentaire.
- Réaliser des exposés.
- Travailler en éducation à la santé sur le sommeil : parcours Santé.

Il est possible d'aborder l'exposition à partir d'autres entrées :

- Travailler sur la nuit en astronomie : alternance jours / nuits, les mouvements de la Terre autour du Soleil, les astres...
- Travailler sur le vivant : développement des animaux et des végétaux dans leur environnement, relations entre les espèces, cycles de vies, régimes alimentaires, besoins vitaux, adaptation.
- Adopter un comportement responsable : la visite peut être l'un des éléments du parcours Citoyen.

3) La classe a déjà travaillé sur ces thématiques ou sur l'une des thématiques en classe :

Les élèves disposent d'un certain nombre de savoirs construits. C'est l'occasion de valider un certain nombre de connaissances et de répondre à des questions que le travail dans la classe n'a pas permis de résoudre.

4). D'autres entrées sont possibles :

| Eléments du programme | Pistes proposées / questions déclenchantes |
|---|--|
| Adopter un comportement éthique et responsable : les conséquences de l'action humaine sur notre environnement | <p><i>Les éclairages nocturnes gênent-ils les animaux ?</i> <i>Proposer une étude documentaire sur les conséquences des éclairages urbains sur les animaux nocturnes.</i></p> <p><i>Appui possible sur le document suivant :</i></p> <p>https://www.jourdelanuit.fr/IMG/pdf/2013Livr-PollLum-27-08.pdf</p> <p>http://www.ascen.be/documents/presentation/Brochure_impacts_environmentaux_2014.01.23_20pg.pdf</p> |

| | |
|---|--|
| <p>nt (la pollution lumineuse la nuit).</p> | <p>Comment retrouver le noir de la nuit ?</p> <p>Demander aux élèves de chercher des solutions pour réduire les éclairages nocturnes, ou du moins les modifier pour les rendre moins néfastes.</p> <p>Un petit jeu permet de changer les choses dans un paysage urbain et d'observer directement les conséquences :</p> <p>http://www.nuit.mnhn.fr/games/PollutionLum/</p> <p>Quels sont les impacts de la lumière nocturne sur le sommeil ?</p> <p>Proposer l'observation d'une image extraite du multimédia de l'exposition : quels sont les éléments dans une chambre qui pourraient perturber le sommeil ?</p> |
| <p>Le vivant, sa diversité et les fonctions qui le caractérisent</p> | <p>Comment les animaux s'adaptent-ils à la vie nocturne ?</p> <p>« et la lumière fut » est un espace multimédia, annexé à la plateforme NuitFrance, développé par Romain Sordello et destiné à sensibiliser le public aux différentes adaptations permettant aux animaux de se repérer ou de communiquer la nuit.</p> <p>http://www.nuitfrance.fr/ilot-elf/</p> <p>Tous les êtres vivants ont-ils le même rythme éveil / sommeil ?</p> <p>Une journée rythmée par le chant des oiseaux : https://www.vivara.fr/qui-chante-dans-mon-jardin</p> <p>Une saison rythmée par les fleurissements des fleurs</p> <p>L'arbre de la cour change au cours des saisons : dessiner les saisons et les changements observables, et construire le cycle de vie si c'est un arbre fruitier.</p> |
| <p>Observer les mouvements de la Terre et du Soleil :</p> <p>L'alternance jour / nuit</p> <p>Les phases de la Lune</p> <p>la modification de la durée</p> | <p>Utilisation du logiciel STELLARIUM (téléchargement libre : http://stellarium.org/).</p> <p>Tutoriel d'utilisation : http://jardin-sciences.unistra.fr/uploads/media/Utilisation_logiciel_stellarium_2014-unistra-ids_02.pdf</p> <p>Comment expliquer les mouvements du Soleil dans le ciel ?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Faire observer l'évolution d'une ombre dans la cour de l'école au cours d'une journée. - Modéliser avec des boules de polystyrène et lampe de poche. |

du jour au
cours de
l'année (les
saisons)

Pourquoi la Lune change-t-elle de forme et de taille ?

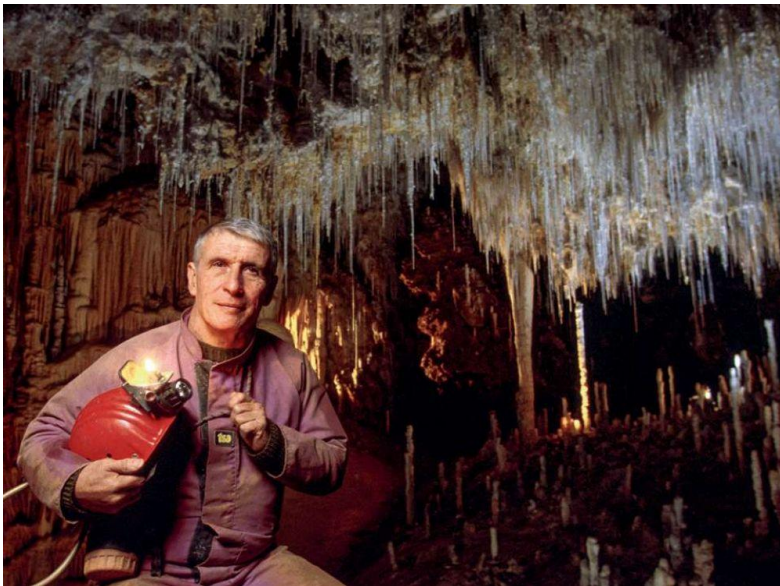
- Observer et dessiner la Lune à différentes dates dans un mois
- Etudier un calendrier Lunaire
- Faire des modélisations

Pistes proposées sur le site de la Main à la patte : <https://www.fondation-lamap.org/fr/page/9613/s%C3%A9quence-1-le-jour-la-journ%C3%A9e#4>

D'autres pistes ...

Etude documentaire pour comprendre l'expérience de Michel Siffre

L'expérience incroyable d'un géologue qui a prouvé l'existence de notre horloge circadienne



En réalisant une expérience hors du commun, le géologue Michel Siffre a apporté en 1962 la démonstration de l'existence chez l'être humain d'une "horloge" interne, qui impose un rythme de l'ordre de 24 heures à l'organisme.

Le géologue a démontré l'existence du rythme circadien.

📷 JEAN-MARIE HURON / SIGNATURES

En 1962, le cliché fait la une des journaux : un homme en pleurs, épuisé, extrait par des spéléologues du gouffre alpin de Scarasson, à la frontière franco-italienne. Michel Siffre, 23 ans, est venu à bout d'une expérience scientifique capitale pour une discipline alors balbutiante : la chronobiologie. Durant 60 jours, le jeune géologue niçois est resté dans les ténèbres, confiné à 110 mètres de profondeur, sans montre ni poste de radio. Des conditions qu'il a imaginées pour étudier les réactions physiologiques et l'évolution du rythme veille-sommeil en l'absence de tout repère temporel. Son seul lien avec le monde extérieur : une ligne téléphonique.

Michel Siffre perd rapidement toute notion de l'alternance jour-nuit

Le protocole de l'expérience était simple : Michel Siffre appelait à chaque réveil, repas, coucher. Sans lumière ni contrainte sociale, il ne mangeait et dormait que quand il en ressentait le besoin.

Le 16 juillet 1962, après avoir remis sa montre aux CRS et à ses amis spéléos chargés de veiller sur lui depuis une tente plantée à 2.000 mètres d'altitude, Michel Siffre s'enfonce dans les entrailles du gouffre. Deux mois durant, il va vivre dans l'opacité, le froid, et cette humidité glaciale qui se condense dans sa tente de soie rouge, imprègne son duvet, son tapis de sol et ses vêtements. Il entre rapidement dans un état de semi-hibernation, perdant toute notion de l'alternance jour-nuit.

Le temps qu'il a perçu s'est écoulé deux fois moins vite que dans la réalité !

L'équipe de veille constate que son rythme biologique se décale : il se réveille et se couche un peu plus tard chaque jour, jusqu'à ce que son rythme s'inverse par rapport à celui de la surface terrestre, avant de revenir à la normale. Le spéléologue perd aussi la mémoire : ses anges gardiens l'entendent remettre jusqu'à dix fois de suite le même disque de Luis Mariano ! Lui pense chaque fois qu'il vient de le poser sur le pick-up. Le "soir", il ne se souvient pas de ce qu'il a mangé le "matin"... À sa sortie, le 14 septembre, il se croit le 20 août : le temps qu'il a perçu s'est écoulé deux fois moins vite que dans la réalité !

L'expérience débouche sur une découverte de portée universelle. Durant ces deux mois, il s'est réveillé toutes les 24h30, quelle qu'ait été la durée de ses temps de veille et de sommeil. Michel Siffre apporte ainsi la démonstration de l'existence chez l'être humain d'une "horloge" interne, qui impose un rythme de l'ordre de 24 heures - dit circadien - à l'organisme. Même sans repère temporel, ce rythme vital est respecté. Le spéléologue refera deux longs séjours en isolement temporel, en 1972 et en 1999. Des expériences hors du temps dont Michel Siffre, 81 ans, a pu de nouveau témoigner en mars 2020, en plein confinement.

Par Eliane Patriarca

Sciences et Avenir

Les saisons dans l'art

Lien vers une vidéo « une minute au musée » qui explique les œuvres de Giuseppe Arcimboldo « les 4 saisons » : <https://www.lumni.fr/video/les-quatre-saisons-de-giuseppe-arcimboldo>



Dans ce livre, les élèves découvrent 40 œuvres d'art qui illustrent les changements observables au fil des saisons.

Possibilités d'exploitations de l'exposition «LES HORLOGES DU VIVANT» (2nd degré)

L'héliotropisme (classe de Terminale spécialité SVT)

Les plantes ont besoin de lumière pour réaliser la photosynthèse. Lors de leur croissance, on observe une orientation préférentielle en direction de la source lumineuse. On appelle ce phénomène le **phototropisme**.

Certaines plantes, comme le tournesol, « suivent » le soleil : on qualifie ce phénomène d'**héliotropisme**. L'orientation d'une partie de la plante change au cours de la journée, alors que le phototropisme induit une courbure en direction de la lumière.

Ce phénomène est induit par une hormone végétale, l'**auxine**. On parle de **phytohormone**.

Le tournesol effectue une rotation Est-Ouest pendant le jour. Cette rotation concerne uniquement les jeunes plants, pendant la croissance de la tige. L'auxine est produite au niveau de l'extrémité de la tige ou apex. Elle permet la croissance de la plante en agissant sur l'extension cellulaire.

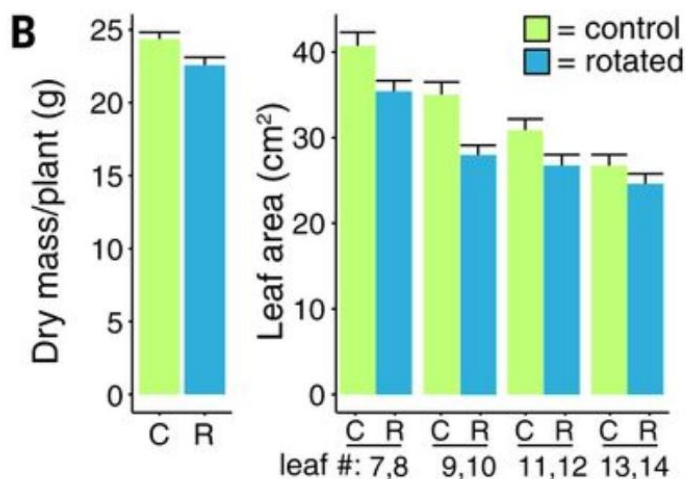
L'auxine stimule une pompe à H⁺ au niveau de la membrane plasmique, ce qui provoque une sortie d'ions H⁺ et donc une acidification du milieu (le pH passe de 6.5 à 4.5). Cette acidification provoque un relâchement de la paroi, une entrée d'ions K⁺ accompagnée d'une entrée d'eau (phénomène de turgescence cellulaire).

Cette croissance cellulaire se fait du côté opposé à la lumière, ce qui entraîne un déséquilibre et fait pencher la tête de la fleur en direction du soleil.

La nuit, l'auxine s'accumule du côté « ouest » de la tige, donc l'apex s'oriente vers l'Est.

D'autres expériences ont été menées par l'équipe de Stacey Harmer :

- Des tournesols fixés sur des tuteurs et d'autres orientés vers l'Ouest au crépuscule présentent une diminution de leur masse de 10% par rapport à des plants normaux. Ces résultats montrent que l'orientation des jeunes plants permet une meilleure photosynthèse.



(A) Réorientation nocturne de l'apex des tiges et des pousses. (B) La perturbation du suivi solaire par la rotation quotidienne à 180° des plantes expérimentales en soirée entraîne une réduction de 7,5 % de la biomasse (à gauche) et une réduction de 11 % de la surface foliaire (à droite) par rapport aux plantes témoins à rotation de 360°

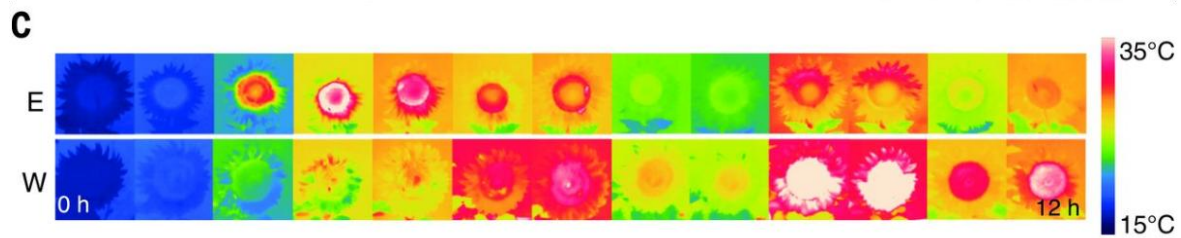
- Des expériences complémentaires ont été réalisées pour déterminer s'il existait une horloge interne responsable de ces mouvements. Pour cela, ils ont placé des tournesols dans une pièce éclairée de manière continue et sans déplacement de la source lumineuse. Les résultats ont montré une alternance de mouvement Est-Ouest en journée et Ouest-Est la nuit pendant quelques jours.
- De même, ils ont simulé en laboratoire les conditions d'éclairage d'une journée en déplaçant une source lumineuse d'Est en Ouest sur 24h, puis sur 30h. Les observations montrent un comportement similaire aux plantes extérieures pour une durée de 24h, mais sur une durée d'éclairage plus longue, ils ont observé des perturbations dans les mouvements des plants, notamment pendant la rotation nocturne vers l'Est.

Ces résultats montrent que l'héliotropisme ne dépend pas uniquement de la lumière, mais aussi d'une horloge interne calée sur un cycle de 24 heures.

Selon l'équipe de Stacey Harmer, les fleurs d'un tournesol adulte orienté vers l'Est emmagasinent plus de chaleur dès le matin, ce qui provoque une libération plus importante de parfum qui attirent plus d'insectes pollinisateurs.

Une expérience a consisté à comparer des tournesols en pots orientés dès le matin vers l'Est et d'autres orientés vers l'Ouest. La mesure de la température a pu se faire à partir de la mesure des

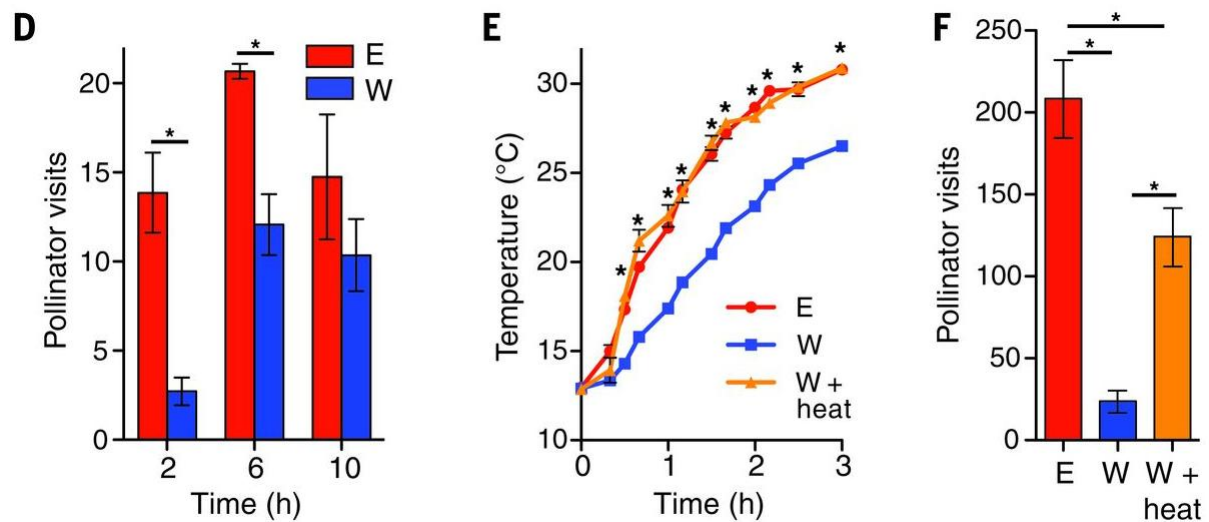
infrarouges émis par la fleur. Les résultats ont montré un réchauffement plus rapide des fleurs orientées vers l'Est.



(C) Images FLIR (forward-looking infrared) de disques floraux orientés vers l'est (E) et vers l'ouest (W)

Aux premières heures du matin, les pollinisateurs visitaient les têtes orientées à l'est cinq fois plus souvent que les têtes orientées à l'ouest.

Des fleurs orientées à l'ouest chauffées avec des radiateurs portables de sorte que leurs températures de surface matinales correspondent aux fleurs orientées à l'est ont reçu beaucoup plus de visites de pollinisateurs que les fleurs orientées à l'ouest non chauffées, mais moins nombreuses que les fleurs orientées vers l'est.



(D) Visites des pollinisateurs aux plantes orientées à l'est et à l'ouest pendant des intervalles de 45 minutes à trois moments de la journée. (E) Température des disques de tournesol avec des orientations est ou ouest (avec ou sans chaleur supplémentaire « +heat »). (F) Visites des pollinisateurs le matin aux inflorescences avec des températures rapportées en (E). L'heure zéro indique l'aube.

L'article complet est disponible ici : <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaf9793> et consultable gratuitement après inscription.

La chronobiologie ou l'étude de rythmes quotidiens

Nous vivons dans un environnement en lien avec des changements de rythme : alternance jour-nuit, alternance de saisons.

Notre cerveau s'est adapté à ces variations environnementales par la mise en place de rythme comme l'alternance éveil/sommeil.

L'étude de ces rythmes s'appelle la **chronobiologie**. On classe les rythmes biologiques en 3 catégories suivant leurs périodes (intervalle de temps entre pics ou 2 creux au cours d'un cycle).

On distingue ainsi :

- les rythmes **ultradiens** , qui ont une période de moins de 24h. Exemple : alternance sommeil long/sommeil paradoxal
- Les rythmes **circadiens**, d'une période proche de 24h. Exemple : alternance éveil/sommeil, régulation de la température du corps, de la pression artérielle
- Les rythmes **infradiens**, qui ont une période de plus de 24h. Exemples : les cycles menstruels.

Des troubles de ces rythmes peuvent avoir des conséquences sur le sommeil ou le métabolisme ou générer des troubles cardio-vasculaires ou du système immunitaire.

Les avancées dans le domaine de la chronobiologie ont permis à trois généticiens américains d'obtenir le prix Nobel de médecine en 2017.

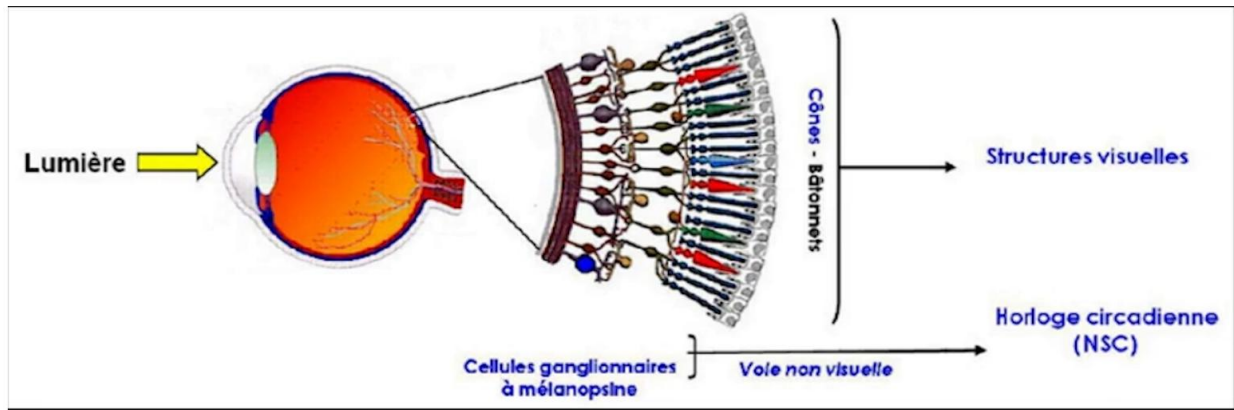
Le rythme circadien est endogène, c'est-à-dire qu'il est géré par l'organisme. Cette horloge se situe dans l'hypothalamus et est composée de 2 noyaux suprachiasmatiques, contenant chacun environ 10000 neurones. Ces neurones présentent une activité électrique qui oscille sur 24h.

Cette horloge interne possède son propre rythme : des expériences menées avec des personnes plongées dans le noir (ou soumises à très peu de lumière) pendant plusieurs jours, sans repère de temps, ont permis de montrer que le cycle imposé par l'horloge interne dure spontanément entre 23 h 30 et 24 h 30, selon les individus. La moyenne chez le sujet sain est estimée à 24 h 10.

L'horloge interne est resynchronisée en permanence sur un cycle de 24h par des agents extérieurs, principalement la lumière.

Le rôle de la lumière

La lumière est captée par des cellules photoréceptrices de la rétine, les cônes et les bâtonnets, mais aussi par des cellules spécifiques, les **cellules ganglionnaires à mélanopsine**. Ces cellules sont directement reliées aux noyaux suprachiasmatiques et permet de synchroniser l'horloge interne sur 24h.



L'effet de la lumière varie suivant l'heure : une exposition tardive (entre 17h et 5h) retarde l'horloge alors qu'une exposition précoce l'avance.

L'importance de la mélatonine

La mélatonine est une hormone caractérisée par un mode de sécrétion circadien. Elle est produite par la glande pinéale et sa production augmente en fin de journée, ce qui favorise l'endormissement.

La lumière influe sur la production de mélatonine : une exposition le soir retarde la production de mélatonine et donc l'endormissement.

Il existe d'autres horloges dites périphériques. Elles sont présentes dans différents organes (rétine, cœur, foie, poumons, peau) et sont contrôlées par l'horloge interne.

Des signaux extérieurs peuvent perturber la synchronisation de ces horloges périphériques comme une alimentation riche en graisses par exemple.

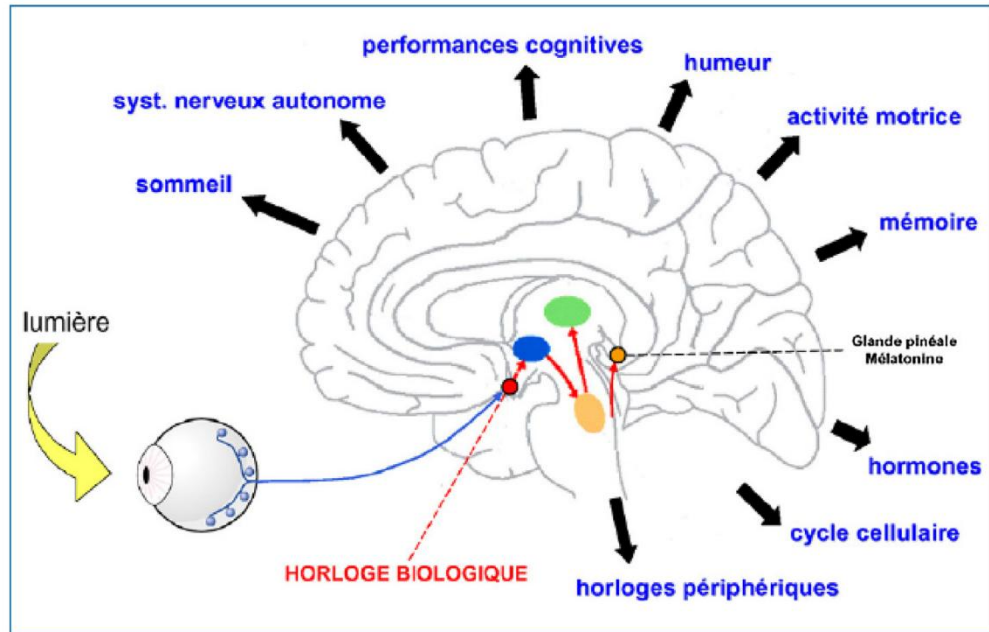


FIGURE 2

Représentation schématique des fonctions biologiques contrôlées par l'horloge biologique circadienne (liste non exhaustive)

Les structures indiquées en couleurs sont respectivement, en rouge : le noyau suprachiasmatique ; en orange : la glande pinéale ; en bleu : l'hypothalamus ; en beige : le tronc cérébral ; en vert : le thalamus. (Copyright Gronfier 2018).

<https://www.elsevier.com/fr-fr/connect/medecine/physiologie-de-lhorloge-biologique>

Des exemples de desynchronisateurs

- La lumière bleue

Pour une même intensité, La lumière Led bleue active 70 fois plus de récepteurs photosensibles non visuels que la lumière blanche. Elle entraîne l'émission de messages correspondant à une forte exposition lumineuse en direction des noyaux suprachiasmatiques.

Cette lumière est émise par les écrans (ordinateurs, smartphones, tablettes).L'exposition à ces écrans le soir retarde l'endormissement et provoque un maintien de la vigilance.

Les effets sont visibles particulièrement chez les enfants et les adolescents. L'exposition aux écrans diminue la durée du sommeil et provoque des troubles de l'humeur et de l'échec scolaire.

Cette exposition aux écrans peut entrainer une augmentation des risques de troubles métaboliques (surpoids, obésité, diabète) en lien avec des perturbations du cycle circadien.

Pour limiter ces effets, il faut veiller à stopper l'usage des écrans au moins 1h avant le coucher et limiter l'usage des écrans.

- L'irrégularité des horaires de repas

Le rythme des prises alimentaires a un impact direct sur la santé et peut contribuer à synchroniser les horloges biologiques ou au contraire les perturber. Une alimentation très distribuée sur 24 heures désynchronise par exemple les horloges périphériques permettant de réguler le métabolisme, en particulier au cours de la nuit.

Des travaux sont menés pour étudier le rythme optimal des prises alimentaires pour la santé. On parle de chrononutrition et de chronorégimes. Ces méthodes n'ont pas montré leur efficacité pour l'instant.

- Le travail de nuit

Le travail de nuit induit une désynchronisation de l'horloge biologique en raison des changements d'exposition à la lumière et d'une dette de sommeil. De nombreuses études sont parues sur les liens entre ce rythme de travail et les risques pour la santé et notamment la survenue de cancers, à l'image d'une étude Inserm basée entre autres sur la cohorte CECILE. Elle montre que les femmes non ménopausées qui travaillent au moins 3 heures entre minuit et 5 h du matin ont un risque de cancer du sein augmenté de 26% et ce risque croît avec la fréquence des nuits travaillées et la durée de l'emploi.

Le travail de nuit génère d'autres troubles : somnolence, les troubles du sommeil, une altération des performances cognitives, une augmentation du risque d'obésité, de diabète de type 2, d'hypertension artérielle et d'accidents vasculaires cérébraux.

L'ANSES préconise des aménagements pour limiter le travail de nuit à des situations nécessitant une continuité économique et des services d'utilité sociale et une organisation limitant les impacts sur la santé.



Des traitements envisageables

- La photothérapie

Cette méthode anciennement appelée lumphothérapie permet de traiter les troubles du rythme circadien, les troubles de l'humeur et les dépressions saisonnières. Cette thérapie repose sur une exposition à une forte luminosité sur une durée de 30 minutes à 1h à des horaires variables suivant les individus et les troubles traités.

L'hygiène de lumière permet de traiter de nombreux troubles. Une bonne exposition à la lumière le jour et l'obscurité la nuit permet de rétablir un bon fonctionnement de l'horloge interne.

L'influence des saisons sur le comportement des animaux (activité collège)

On s'intéresse à l'influence des saisons sur le comportement des animaux et notamment sur le phénomène des migrations chez les oiseaux.

Cette activité peut être réalisée en utilisant le site internet www.migraction.net

A partir du site, on peut donner une définition de la notion de migration. C'est l'ensemble des déplacements périodiques intervenant au cours du cycle, le plus souvent annuel, d'un animal, entre une aire de reproduction et une aire où l'animal séjourne un temps plus ou moins long, en dehors de la période de reproduction (Dorst 1962).

On peut ensuite répondre aux questions suivantes :

Pourquoi des animaux migrent ?

- adaptation au manque de ressources alimentaires (exemple des hirondelles qui migrent en absence d'insectes)
- changement de température modifiant les milieux

Comment suivre les oiseaux migrateurs ?

- observation directe par des ornithologues
- baguage
- marquages colorés
- pistage, balises Argos

Quelles sont les contraintes ?

- barrières physiques : montagnes , déserts, glaciers

Quels sont les types de migrations ?

Il existe deux catégories de migrateurs en fonction de leur distance de migration :

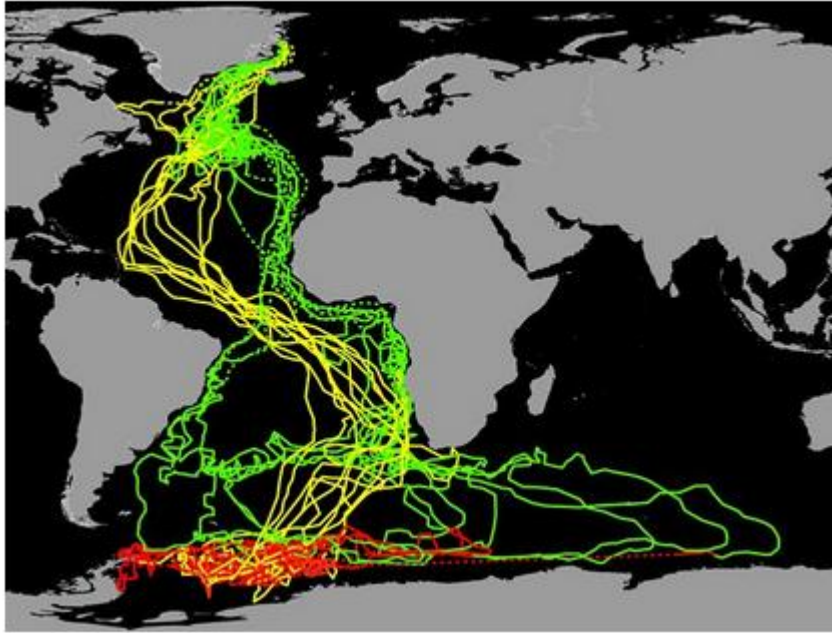
- Les migrateurs longue distance :

Les plus connus sont les **migrateurs transsahariens**, qui se reproduisent dans les hautes latitudes et dont tous les individus (sauf de rares exceptions) hivernent au sud du Sahara.

Il s'agit principalement d'espèces insectivores, dont la source d'alimentation est trop rare au nord du Sahara en hiver pour subvenir aux besoins de leurs populations.

En France, le retour des migrateurs transsahariens peut s'effectuer dès la fin du mois de février (sarcelle d'été, hirondelles), en avril et se prolonge jusqu'à la fin du mois de mai (rousserolles).

On peut aussi étudier par exemple le cas du sterne arctique qui parcourt 71000km par an



Carte des différentes voies de migration

- Les migrateurs petits et moyens courriers (ou migrateurs courte et moyenne distance)

Les déplacements migratoires sont de l'ordre de quelques dizaines à quelques milliers de kilomètres. Ce groupe comporte peu d'insectivores stricts. Le rouge-gorge familier, la fauvette à tête noire ou le rouge-queue noir sont des migrateurs courte distance : ils hivernent dans le sud de l'Europe ou dans le Nord de l'Afrique. Ces migrateurs partent en général plus tard en automne que les migrateurs longue distance, et ils reviennent plus tôt au printemps. La majorité des espèces de cette catégorie sont ce que l'on nomme des migrateurs partiels.

On peut ensuite rechercher l'origine de la rythmicité des migrations.

Chez les oiseaux, les changements au niveau de la durée de la phase de jour, le photopériodisme, est un calendrier saisonnier et un déclencheur de la migration. La migration automnale des oiseaux est due à un effet du raccourcissement des jours.

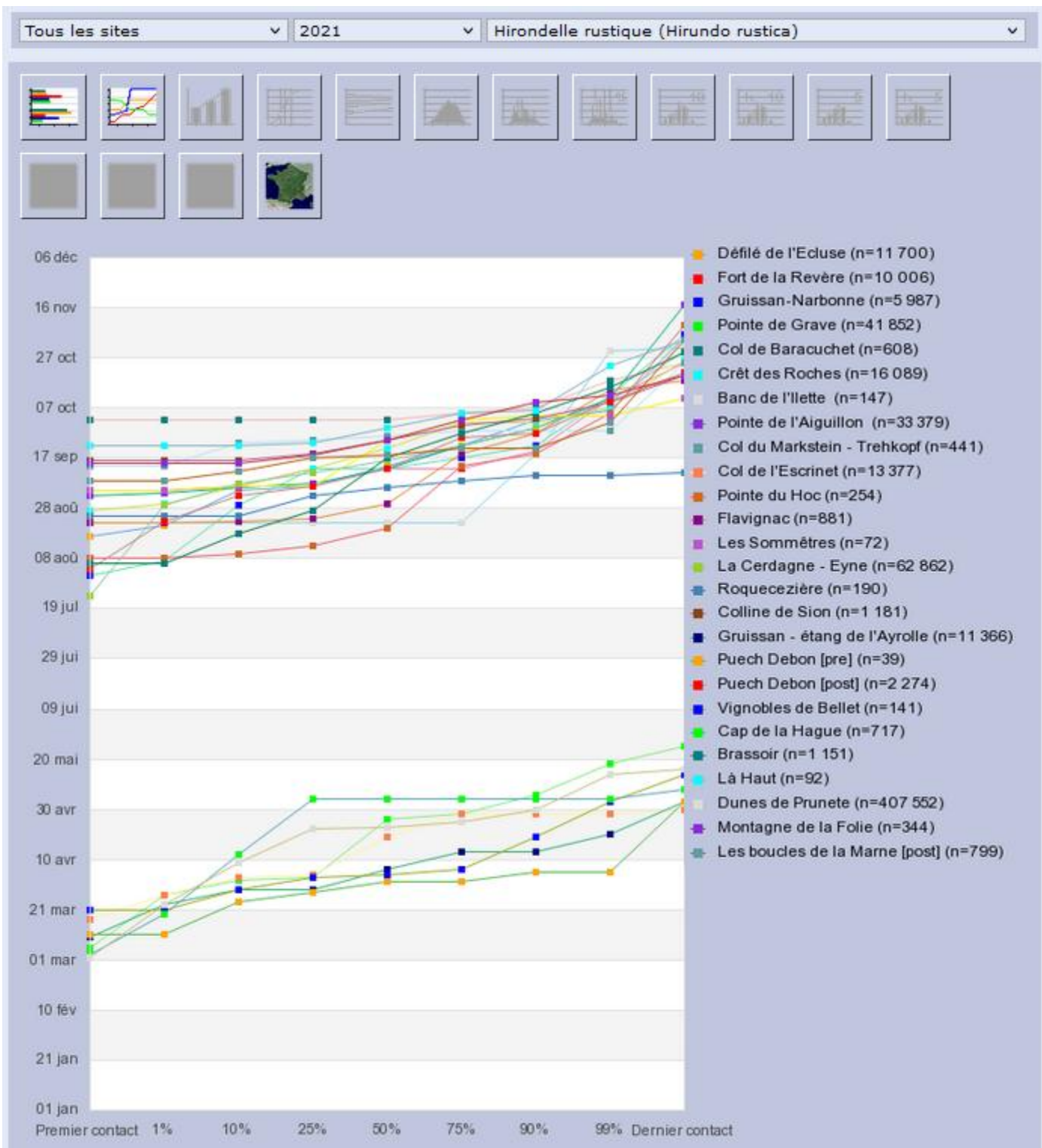
Le départ des migrations serait lié à des variations dans les concentrations en mélatonine, dont la sécrétion est inhibée par la lumière.

On peut réaliser une étude par site ou par oiseau et déterminer les périodes de migration en fonction des dates de présence sur les différents sites.

Exemple : site du cap de la Hague



Etude par oiseau : exemple de l'hirondelle



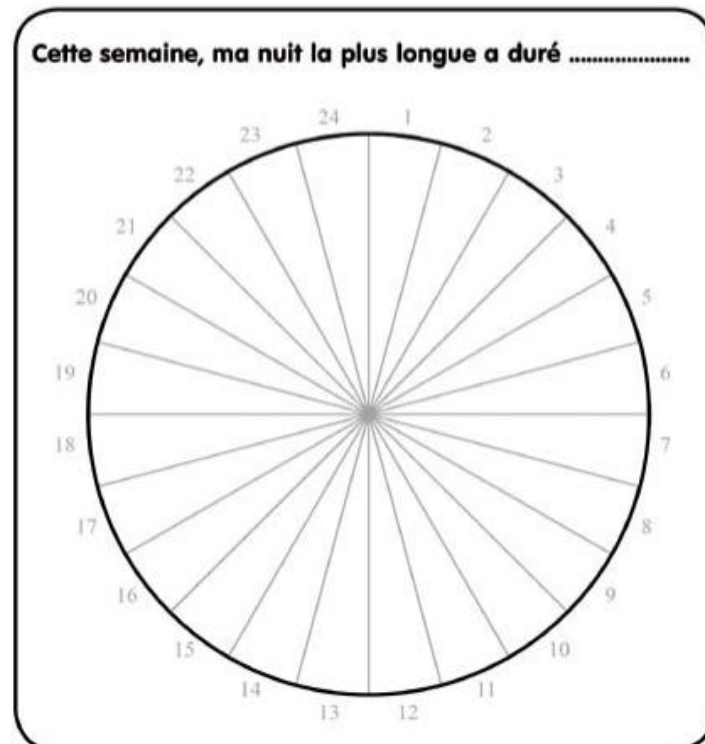
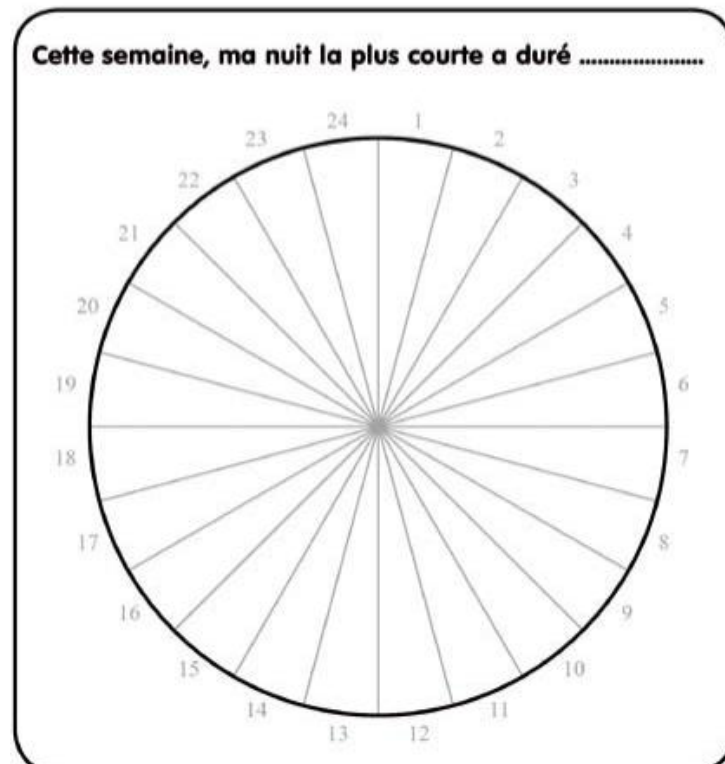
ANNEXE 1 : Carnet de sommeil

Avec l'aide de vos parents, pendant 7 nuits, notez l'heure de votre coucher (c'est-à-dire l'heure à laquelle vous éteignez la lumière) et l'heure de votre lever (l'heure à laquelle vous vous levez), puis calculez combien d'heures vous avez dormi.

| | Je me suis couché à | Le lendemain, je me suis levé à ... | Au cours de cette nuit, j'ai donc dormi ... |
|---|-----------------------------|--|---|
| Nuit n°1 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |
| Nuit n°2 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |
| Nuit n°3 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |
| Nuit n°4 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |
| Nuit n°5 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |
| Nuit n°6 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |
| Nuit n°7 Date du coucher / ... / | h | h | h Et min |

ANNEXE 2 : Combien de temps dormons-nous ?

Un jour dure 24 h. Pour observer quelle est la part de sommeil par rapport à un jour entier, colorie autant de « parts de camembert » que d'heures passées à dormir. Si ce chiffre n'est pas « rond » par exemple 10h30, colorie la moitié d'une part. Si tu as dormi autant d'heures chaque nuits, ne colorie que le camembert du haut.



ANNEXE 3 : étude documentaire



Texte associé à l'expérience :

Le labyrinthe de Ratinopolis

Rien ne sert de courir, il faut dormir à point. En voici un témoignage.

Ils étaient accourus de toutes parts pour affronter le fameux labyrinthe de Ratinopolis. Tous s'y essayèrent, alléchés par l'édam rougeoyant promis à l'unique gagnant.

Topolino et Ratounet restent en lice. Dernier essai de la journée, les voilà partis : 7 pas tout droit, 2 pas à gauche, 1 pas en arrière, 8 pas à droite, 10 à gauche... Vite, vite... L'édam est à portée d'incisives. Mais le soir tombe, on finira le tournoi demain.

Ratounet fête son succès du jour avec ses supporters. Il croit qu'il y va de son honneur de s'amuser à tout autre chose qu'à dormir. Que de gambades et de batifolages toute la nuit !

Topolino se retire loin du fracas et dort.

Le jour se lève, la porte du labyrinthe s'ouvre. Ratounet part en flèche, sûr de l'emporter : 7 pas tout droit, 2 pas à gauche, 3 pas en arrière, 5 pas à droite, ah ! impasse ; 5 pas à gauche, 3 pas en avant, 8 pas à droite, ah ! impasse... Tous les élans qu'il prend sont vains.

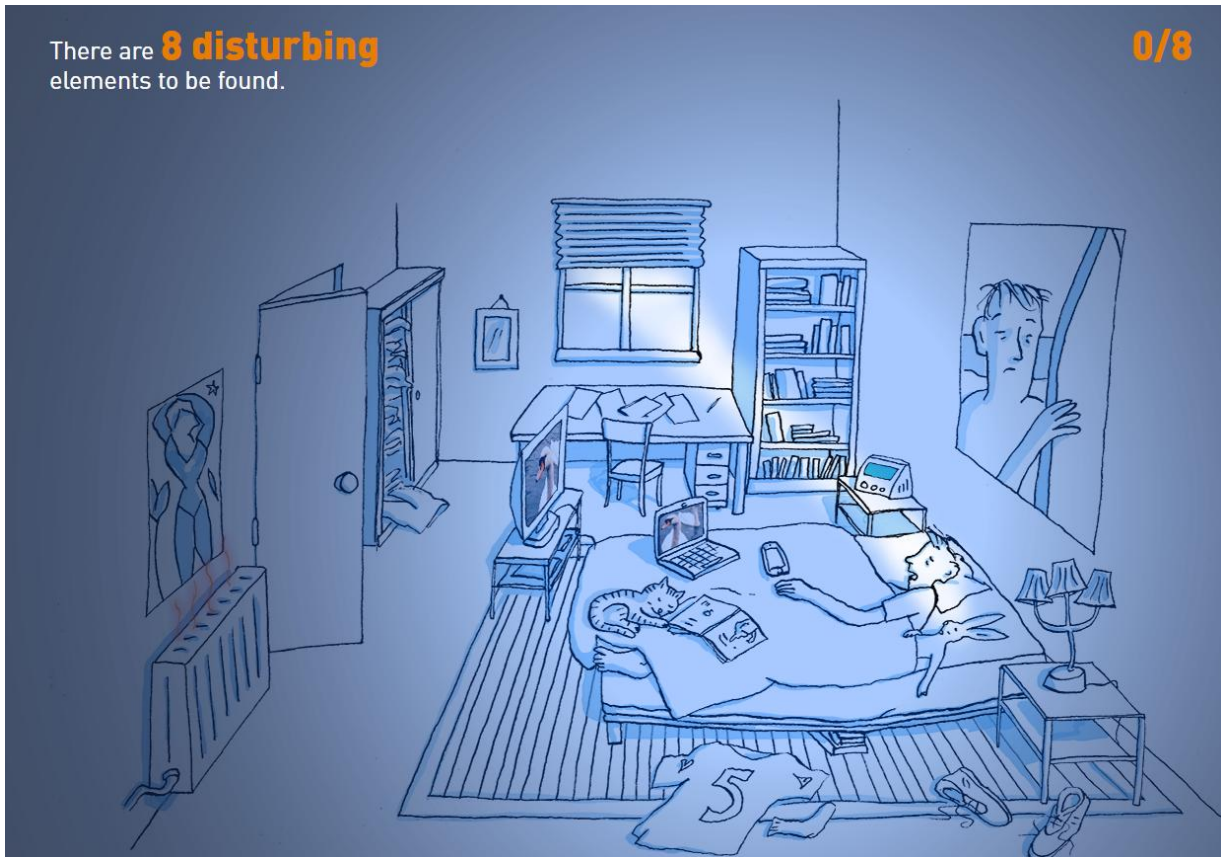
Topolino fait un sans-faute en un temps record : 7 pas tout droit, 2 pas à gauche, 1 pas en arrière..., le circuit est inscrit dans sa tête. Il crie à Ratounet : n'avais-je pas raison de dormir, à quoi vous sert votre amusement nocturne ?

Morale : Le sommeil à la mémoire est précieux.

Dernière minute

Des scientifiques montrent qu'une toute petite partie du cerveau qui a la forme d'un hippocampe est très active pendant le sommeil dans la nuit qui suit un apprentissage. Le cerveau répète pendant la nuit ce qu'on a appris pendant la journée.

ANNEXE 4 : quels sont les éléments qui perturbent notre sommeil ?



Source : <http://www.nuit.mnhn.fr/games/dormir/?lang=en&ss=1>



Source : <http://www.nuit.mnhn.fr/games/PollutionLum/>

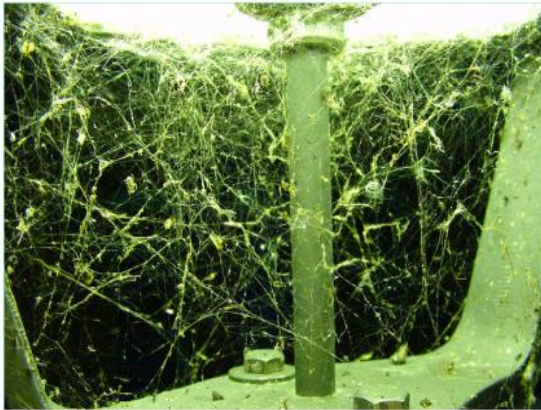
ANNEXE 5 : La pollution lumineuse



Les éclairages abusifs de ce genre attirent et tuent les oiseaux migrateurs dont on voit les traces dans ces deux faisceaux lumineux



9 octobre 2000 au matin, 344 cadavres d'oiseaux migrateurs jonchent le tablier du pont éclairé Øresundsbron, reliant le Danemark à la Suède



Un piège mortel pour les insectes



Les jeunes tortues marines sont attirées par les lumières artificielles... et on les retrouve le lendemain dévorées par des prédateurs ou écrasées par des véhicules



Insectes morts autour d'une lampe de « sécurité »

Pour conclure : l'Espace des sciences en pratique



Espace des sciences

10, cours des Alliés

35 000 RENNES

Tel : 02 23 40 66 40

Fax : 02 23 40 66 41

www.espace-sciences.org

Visites pour les groupes :

- mardi, jeudi et vendredi de 9h à 10h30 et de 14h à 15h30
- mercredi à 10h30

Toute **réservation est obligatoire** et se fait par téléphone au **02 23 40 66 00**

Tarifs groupes : 3 euros par enfant et 4 euros par adulte supplémentaire (gratuité d'un adulte pour 10 élèves)

Pratique !

Un espace pique-nique est proposé sur place. Faire la demande lors de votre réservation (dans la limite des places disponibles)

Une malle est mise à votre disposition pour stocker sacs et vêtements

Pour plus de renseignements :

- www.espace-sciences.org/enseignants/rubrique
- Les **professeurs conseillers-relais de l'Education nationale**
Premier degré : Anne SIMONOT anne.simonot@ac-rennes.fr
Second degré : Didier THIEURMEL didier.thieurmel@ac-rennes.fr