

Chapitre 2 : Outils de description de l'univers et du système solaire

Activité 1 Répartition des planètes dans le système solaire

Durée

30 min, lecture du texte comprise.

Buts

- Prendre conscience des distances en jeu dans le système solaire et des tailles des planètes qui le composent.
- Utiliser les puissances de 10 et en justifier l'utilisation dans certaines circonstances.
- Introduire et faire fonctionner la notation scientifique.

Information pour la préparation de l'activité

Cette activité peut être avantageusement proposée en classe entière. Elle ne nécessite pas de matériel particulier mais une projection de diapositives ou une vidéoprojection de photographies des différentes planètes du système solaire (qu'on peut facilement trouver sur internet ou à l'aide d'un logiciel tel Celestia¹) peut servir de support et d'introduction au texte. Attention, de telles représentations ne donnent pas forcément une idée des tailles relatives des planètes.

La représentation accompagnant le texte, générée par nos soins à partir du logiciel Celestia, est fournie avec un fond blanc (préférable pour les photocopies) et avec un fond noir (préférable pour la projection en classe). Le professeur veillera à ne laisser que la représentation qui convient selon l'usage qu'il compte en faire.

Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

Certaines questions permettent à l'élève de faire le point sur ses capacités à faire des conversions. D'autres questions demandent juste de faire un lien entre deux registres de représentations, le langage courant et l'écriture numérique.

Nous avons volontairement fait en sorte de représenter la taille des planètes à l'échelle sur la représentation accompagnant le texte mais nous n'avons évidemment pas respecté l'échelle des distances relatives.

Conformément à la nouvelle classification des planètes (été 2006), nous n'avons pas mentionné Pluton dans le système solaire.

La dernière colonne du tableau n'est pas utilisée lors de cette activité mais elle peut être mentionnée par le professeur comme regroupant des données caractéristiques des planètes dans le système solaire. L'expression « période de révolution » a été vue lors de l'activité 2 de l'introduction ; si cette introduction n'a pas été traitée, le professeur pourra alors en donner une définition rapide, sans trop s'y attarder. Enfin, les élèves pourront par eux-mêmes repérer que la période de révolution de la Terre est 365 jours, valeur qu'ils doivent pouvoir mettre spontanément en relation avec la durée d'une année. Cette valeur pourra être explicitement mentionnée lors du dernier petit exercice de l'activité 2 (ordre de grandeur du nombre de seconde dans une année).

Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

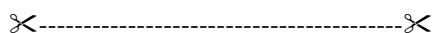
Pour certains élèves, la conversion d'unité représente encore une difficulté. Cette activité est l'occasion de faire le point sur les capacités des élèves à ce sujet et il peut être nécessaire d'y passer un peu de temps.

¹ <http://www.shatters.net/celestia/>

Corrigé

1. La distance entre le Soleil et la Terre vaut 150 000 000 km.
2. Cette écriture est gênante car elle oblige à écrire beaucoup de zéros, d'où un risque d'erreur.
3. On peut par exemple écrire $150 \cdot 10^6$ km ou encore $1,5 \cdot 10^8$ km.
4. distance entre le Soleil et Neptune : $4500 \cdot 10^6$ km ou $4,5 \cdot 10^9$ km.
5. Dans cette question on ne s'attardera pas sur le nombre de chiffres significatifs, problème qui fera l'objet d'une étude spécifique dans le chapitre suivant. On pourra donc tolérer $1,1 \cdot 10^8$ au lieu de $1,10 \cdot 10^8$ par exemple.

	Astre	Diamètre (en km)	Distance au soleil (en millions de km)	Distance au soleil (en km)	Période de révolution (en jours)
Étoile	Soleil	1 400 000			
Planètes telluriques	1. Mercure	4 800	58	$5,8 \cdot 10^7$	88
	2. Venus	12 200	110	$1,10 \cdot 10^8$	225
	3. Terre	12 750	150	$1,50 \cdot 10^8$	365
	4. Mars	6 700	230	$2,30 \cdot 10^8$	687
Planètes géantes	5. Jupiter	143 000	780	$7,80 \cdot 10^8$	4333
	6. Saturne	122 000	1 400	$1,400 \cdot 10^9$	10760
	7. Uranus	52 000	2 900	$2,900 \cdot 10^9$	30600
	8. Neptune	48 000	4 500	$4,500 \cdot 10^9$	60190



Activité 2 Un outil pratique pour *comparer* : l'ordre de grandeur

Durée

Au moins 30 minutes, correction comprise.

Buts

- Justifier la commodité et la nécessité de l'outil « ordre de grandeur » pour comparer des valeurs d'une grandeur donnée ou pour situer une valeur sur une très "large" échelle.
- Faire fonctionner cette notion sur quelques exemples en rapport avec le système solaire et avec le monde microscopique.

Information pour la préparation de l'activité

Cette activité doit de préférence, comme la première, être menée en classe entière juste avant la séance en demi-classe qui suit. Le travail en binôme ou trinôme reste cependant souhaitable. L'activité ne nécessite aucun matériel. La phase de correction et de mise au point doit si possible suivre l'activité des élèves ou, si le temps manque, être l'objet du début de la séance en demi-classe suivante.

Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

L'ordre de grandeur figure explicitement dans le programme (dans les objectifs de cette première partie on peut lire "le professeur présente de façon simple l'Univers en introduisant les ordres de grandeurs des distances et des tailles. ; l'ordre de grandeur est systématiquement évoqué dans le programme".

L'ordre de grandeur n'est invoqué que pour fonctionner sur les distances, ce qui peut renforcer chez les élèves la confusion classique entre "grandeur" (au sens de la vie courante) et "longueur". Nous avons fait le choix d'étendre à d'autres grandeurs physiques.

Si la notion d'ordre de grandeur est couramment utilisée en science, elle est très rarement définie précisément et les définitions fluctuent selon les situations, les disciplines... et les enseignants d'une même discipline².

L'activité propose UNE définition d'ordre de grandeur (et UNE technique à mettre en œuvre pour obtenir l'ordre de grandeur d'une valeur) sans prétendre fournir LA définition parfaitement rigoureuse de l'ordre

² On pourra lire à ce sujet KHANTINE-LANGLOIS F. *Quelques réflexions à propos de l'ordre de grandeur*, BUP n° 835, juin 2001.

de grandeur. Il nous paraît important que les élèves retiennent, davantage que la définition, la ou les fonction de cette notion (dans quel cas s'e, sert-on, que gagne-t-on à raisonner "en ordre de grandeur"). La définition courante que l'on rencontre le plus souvent en physique pour l'ordre de grandeur est "la puissance de 10 la plus proche de la valeur de référence". Cette définition n'est pas absolue : en mathématiques, au collège, l'ordre de grandeur est défini comme la puissance de 10 qui apparaît dans l'écriture scientifique d'un nombre...

Cependant, en adoptant la "définition" précédente classique en physique, on peut s'interroger sur la signification de "la plus proche". On considère souvent que la puissance de 10 qui *semble* la plus proche de la valeur (munie de l'unité) est obtenue par le critère simple suivant : on prend la puissance de 10 de la valeur si le nombre qui la précède est inférieur à 5, sinon on augmente la puissance de 10 de 1. Ainsi l'ordre de grandeur de $4 \cdot 10^2$ est 10^2 alors que celui de $6 \cdot 10^2$ est 10^3 .

Si on s'en tient à l'expression "la plus proche", ce critère n'est en fait pas vraiment correct, pour deux raisons essentiellement :

1^{ère} raison :

Si on se borne à dire que le critère consiste à prendre la puissance de 10 *la plus proche* de la valeur, force est de constater que c'est $5,5 \cdot 10^n$ qui est équidistant de 10^n et 10^{n+1} sur une échelle linéaire. On devrait donc choisir 5,5 et non 5 comme « ligne de partage ». Par exemple 525 est plus proche de 100 que de 1000.

2^e raison :

Sur une échelle logarithmique, pour trouver le milieu du segment $[10^n ; 10^{n+1}]$, il faut calculer $10^{n+0,5}$. Or $10^{0,5} = 3,2$. Si le partage se fait en fonction de la puissance de 10, alors la valeur précédant la puissance de 10 qui doit être prise en compte est 3,2 environ. Ainsi l'ordre de grandeur de $4 \cdot 10^2$ est 10^3 . Ceci permet de lever quelques incohérences de calcul qui subsistent si le critère se fait autour du chiffre 5. Par exemple : $2 \cdot 10^2 \times 4 \cdot 10^2 = 8 \cdot 10^4$, ce qui donne un og de 10^5 . Or, un calcul d'ordre de grandeur donne les résultats suivants avec les deux critères mentionnés :

1^{er} critère : $10^2 \times 10^2 = 10^4$

2^e critère : $10^2 \times 10^3 = 10^5$, ce qui donne un résultat cohérent avec l'og obtenu après calcul.

On peut remarquer à ce sujet que sur une échelle logarithmique, la valeur $3,2 \cdot 10^n$ se situe effectivement au milieu du segment $[10^n ; 10^{n+1}]$.

Cette deuxième raison peut être retrouvée sans faire appel au logarithme : quand on veut comparer des grandeurs très différentes comme c'est le cas ici, on calcule un rapport et non pas un écart relatif (calcul réservé à la comparaison de grandeurs voisines). C'est 3,3 qui est alors équidistant des deux og qui l'encadrent. L'og de 400 est donc 1000 (2,5 fois plus grand) et non pas 100 (4 fois plus petit).

Il faut donc assumer que le critère de détermination de l'ordre de grandeur est *arbitraire* mais que cet arbitraire est peu gênant dans la mesure où ce qui va importer dans l'usage de l'ordre de grandeur est la comparaison approximative de deux valeurs.

Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

La notion d'ordre de grandeur risque de paraître compliquée et inutile aux élèves. C'est pour cette raison qu'il faut insister sur les deux points suivants :

- cette notion est utile pour faire des comparaisons rapides ou lorsqu'on veut juste avoir une idée de la valeur à trouver ;
- on propose en seconde une première approche de la notion, qui sera régulièrement réinvestie et éventuellement affinée dans les classes suivantes (en particulier pour la filière S).

Il ne faut pas manquer l'occasion de faire le lien avec l'expression courante « de l'ordre de... », même si dans la vie courante cette expression n'a pas le même sens qu'ici. En effet dans la vie de tous les jours, quand on dit que quelque chose est de l'ordre de ... on donne rarement une puissance de 10. Il ne faut donc pas s'appuyer sur l'usage courant pour construire la notion scientifique. On peut par contre, à la fin de l'activité, comparer le sens courant et la définition donnée dans l'activité.

Corrigé

A- Questions préliminaires

1.

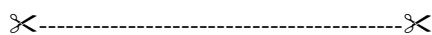
- | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--|----------------------------|--|--|
| fourmi : | <input type="checkbox"/> km | <input type="checkbox"/> dizaine de m | <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> cm | <input checked="" type="checkbox"/> mm |
| pouce : | <input type="checkbox"/> km | <input type="checkbox"/> dizaine de m | <input type="checkbox"/> m | <input checked="" type="checkbox"/> cm | <input type="checkbox"/> mm |
| immeuble de 10 étages : | <input type="checkbox"/> km | <input checked="" type="checkbox"/> dizaine de m | <input type="checkbox"/> m | <input type="checkbox"/> cm | <input type="checkbox"/> mm |

2. Toutes les réponses sont acceptées du moment qu'elles sont cohérentes avec la question 1.
3. Il faut ajouter le verbe comparer dans le titre.

E- Utilisation de la notion d'ordre de grandeur

1. rapport entre l'ordre de grandeur du diamètre de notre galaxie et l'ordre de grandeur du diamètre du soleil 10^{12} (mille milliards).
2. Compléter la phrase suivante en français : *notre galaxie est approximativement 10^{12} (ou mille milliards de) fois plus grande que le soleil.*
3. Cette fin d'activité peut être avantageusement illustrée par la projection du fil puissance de 10 ou par une simulation équivalente (qu'on peut trouver en abondance sur internet).

femtomètre			picomètre			nanomètre			micromètre			millimètre			mètre			kilomètre			mégamètre			gigamètre			téramètre			petamètre			examètre			zettamètre		
fm			pm			nm			µm			mm			m			km			Mm			Gm			Tm			Pm			Em			Zm		
10^{-15}	10^{-14}	10^{-13}	10^{-12}	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8	10^9	10^{10}	10^{11}	10^{12}	10^{13}	10^{14}	10^{15}	10^{16}	10^{17}	10^{18}	10^{19}	10^{20}	10^{21}		
Rayon du proton					Rayon de l'atome d'hydrogène				Longueur de la bactérie		Épaisseur d'un cheveu				Taille moyenne d'un humain	Hauteur d'un arbre	Tour Eiffel				Distance Paris- Nice						Distance terre-soleil											Diamètre de notre galaxie



Activité 3 Réalisation d'une maquette du système solaire dans le couloir du lycée

Durée

1 heure 30 : séance en demi classe

But

- Trouver une échelle de représentation à partir de certaines contraintes et utiliser cette échelle.
- Prendre conscience de la structure très lacunaire du système solaire.

Il ne faut pas négliger l'aspect « technique » de cette activité, qui peut motiver certains élèves. Les élèves vont effectivement, à eux tous, réaliser une maquette qui pourra être vue par les autres élèves du lycée.

Information pour la préparation de l'activité

Le professeur doit anticiper la taille de l'objet représentant le soleil en fonction de la distance choisie (selon les lieux) pour la distance Jupiter-Soleil. Par exemple, si on choisit 78 m pour la distance Jupiter-Soleil, il faut prévoir un ballon de handball pour le soleil...

Il faut essayer de trouver un plan du lycée, ou au moins d'une partie où existe un grand couloir ou une longue cour. Il faut également tenir à disposition des élèves un plan de la ville où figure le lycée et éventuellement une carte de France ou de la région. Prévoir également un décamètre ou un télémètre si le laboratoire en dispose.

Pour représenter les planètes, on peut proposer aux élèves une gamme importante d'objets sphériques, perles et balles de toute taille par exemple. Si on veut perfectionner l'aspect figuratif, on pourra chercher à donner aux objets choisis (peinture, papier...) un aspect qui rappelle la représentation des planètes dont on dispose par l'observation à travers des instruments d'optique ou sur des photos.

Pour adapter facilement les tailles des pièces de la maquette en fonction de l'échelle choisie, on peut également proposer aux élèves des ballons de baudruche qu'on gonfle à la taille voulue.

L'une des classes de seconde du lycée peut éventuellement laisser exposée sa maquette dans le lycée tout au long de l'année, soit en affichant une feuille par planète, soit en suspendant au plafond du couloir l'objet choisi à l'aide d'un fil de pêche, hors de portée.

Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

Cette activité est inspirée d'une activité proposée dans les documents d'accompagnement des programmes de 5^e et 4^e (activité E16), elle-même inspirée des fiches pédagogiques du CLEA³ sur le site duquel on pourra trouver de nombreuses activités en rapport avec l'astronomie. Elle peut donc ne pas être parfaitement nouvelle pour certains élèves. Les connaissances scientifiques en jeu ne sont pas extrêmement complexes puisque l'activité a surtout pour objectif d'éveiller l'élève et de lui permettre d'accéder à une représentation « à l'échelle » des distances en jeu dans le système solaire et au-delà dans l'univers.

Le lien avec d'autres disciplines au sujet de l'utilisation d'échelle (géographie en particulier) doit évidemment être explicité.

Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

Cette activité ne doit pas passer auprès des élèves pour une activité calculatoire au cours de laquelle on se perd dans toutes les valeurs numériques. Ce peut être un risque pour certains élèves et il faut alors les aider à bien distinguer :

- Les distances correspondant au système solaire et les distances dans la maquette (on pourra demander d'écrire toutes les distances « réelles » d'une couleur et toutes les distances de la maquette d'une autre couleur).
- La distance planète-soleil et le diamètre de la planète
- L'échelle de la maquette et les éventuelles échelles des plans utilisés (lycée, ville, pays) pour situer la représentation des planètes lointaines sur le plan.

Au-delà des questions de temps, c'est aussi pour cette raison que nous avons limité le travail de chaque binôme à deux planètes.

Corrigé

On décide par exemple que la distance Jupiter-Soleil vaudra 78 m pour la maquette.

1. En déduire l'échelle et l'indiquer à la façon des géographes : 1:10 000 000 000. En français, dix milliardième. A titre de comparaison les cartes routières régionales classiques sont au deux cent millièmes. Il faut diviser les distances par 10^{10} pour avoir les distances dans la maquette.
2. Diamètre d'un objet *représentant le soleil* dans la maquette : 0,14 m soit 14 cm. Un ballon de handball ou équivalent doit pouvoir convenir.
- 3.

	Astre	Diamètre (en cm)	Distance au "soleil" (en m)
Étoile	Soleil	14	140 000 000 000
Planètes telluriques	1. Mercure	0,05	5,8
	2. Venus	0,12	11
	3. Terre	0,13	15
	4. Mars	0,07	23
Planètes géantes	5. Jupiter	1,4	78
	6. Saturne	1,2	1 40
	7. Uranus	0,5	2 90
	8. Neptune	0,5	4 50

4. cf tableau.

5.

Questions d'exploitation

- a) L'étoile la plus proche du soleil (Proxima du Centaure), située à $4,07 \cdot 10^{13}$ km devrait être à cette échelle à 4,07 milliers de km.
- b) Les planètes du système solaire occupent finalement extrêmement peu de volume. Il y a énormément de vide dans le système solaire...

³ <http://www.ac-nice.fr/clea/>

7. a) Il n'y a pas une échelle respectée que le schéma pour toutes les orbites tracées. Pas non plus sur le photo-montage pour les distances entre le soleil et les planètes.
- b) Sur le photo-montage, il semble qu'il y ait bien utilisation d'une échelle pour représenter les diamètres des planètes.

✂-----✂

Activité 4 vitesse de la lumière dans l'univers et application à la désignation des distances

Durée

30 min environ, correction comprise.

But

- Prendre conscience de la valeur extrêmement élevée de la vitesse de la lumière en la comparant à celle du son, bien plus faible et que les élèves ont déjà pu être amenés à estimer dans leur vie quotidienne.

Information pour la préparation de l'activité

Cette activité est très liée à l'activité 5 qui la suit. Elle doit si possible être traitée dans la même séance.

Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

Cette activité permet de prendre conscience de la valeur de la vitesse de la lumière en procédant par analogie : on montre ainsi que la vitesse de la lumière est très supérieure à celle du son, comme le serait la vitesse d'un TGV par rapport à celle d'une limace. La vitesse de la limace (2 m.h^{-1}) est trop importante par rapport à la vitesse "visée" mais il est difficile de trouver un animal ou un objet plus lent. Ce qui importe est l'estimation de la vitesse.

La compréhension d'une analogie n'est pas toujours évidente pour les élèves. C'est pour cette raison que nous avons choisi de la présenter sous la forme d'un tableau. Cette présentation leur fait souvent penser au "tableau en croix" et simplifie l'établissement du calcul à faire. Cette technique ne doit pas masquer le sens à donner au résultat obtenu.

Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

Il est possible que certains élèves cochent l'avion de chasse car celui-ci est très généralement associé à la vitesse du son. Si ce choix est absurde du point de vue de l'analogie (le son irait plus vite que la lumière), des études antérieures ont montré que, probablement du fait du "mur du son" bien connu des élèves, l'avion de chasse est très souvent évoqué quand on demande d'illustrer que le son se propage.

Corrigé

1. a) Les élèves peuvent adopter une stratégie relativement scolaire pour leur prévision : choisir l'objet le plus lent possible, en devinant que le professeur veut lui faire observer l'écart énorme entre les deux vitesses. Ce choix doit cependant être justifié dans les questions suivantes. Ils peuvent également avoir tendance à choisir l'avion de chasse (voir remarque dans la rubrique précédente).
- b) L'animal doit avoir une vitesse de $9,44 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$.
- c) $9,44 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1} = 9,44 \cdot 10^{-3} \text{ cm.s}^{-1} = 34,0 \text{ cm.h}^{-1}$.
- d) L'escargot avance à une vitesse de valeur comparable à celle trouvée précédemment.
2. La foudre est un bon exemple. Lorsque « la foudre tombe », un éclair se produit et un grondement est émis, la lumière et le son sont émis simultanément. Or un observateur voit d'abord l'éclair, et ensuite entend le tonnerre : cela illustre que la lumière a mis nettement moins de temps que le son pour parcourir la distance entre l'endroit où la foudre s'est abattue et l'observateur. La lumière se propage donc nettement plus vite que le son.

Activité 5 l'année de lumière : une unité de distance

Durée

30 min environ, correction comprise.

Buts

- Réinvestir les notions vues lors des activités précédentes (ordres de grandeurs, puissances de dix, etc) pour construire une unité adaptée aux distances astronomiques : l'année de lumière.
- Faire le lien entre la valeur d'une distance en années de lumières et le temps de parcours de la lumière sur cette distance.
- Comprendre que plus un astre observé est lointain, plus les images qui nous parviennent sont vieilles : « voir loin, c'est voir dans le passé » (formulation retenue dans le BO).

Information pour la préparation de l'activité

Les activités 1, 2 et 4 doivent avoir été traitées et corrigées (tandis que l'activité 3 n'est pas indispensable) pour traiter cette dernière activité, qui réinvestit les outils abordés : puissances de dix, ordres de grandeurs.

Le professeur pourra conclure l'activité en donnant des repères sur les distances astronomiques dans l'univers : l'année de lumière est l'unité adaptée pour exprimer les distances entre étoiles *dans notre galaxie*. Mais la galaxie (Andromède) la plus proche de la nôtre est à 2,2 millions d'années de lumière... L'a.l. ne dispense donc pas le physicien d'utiliser des puissances de dix !

Commentaires sur le savoir à enseigner et informations sur le contenu disciplinaire

On cherche dans cette activité à illustrer comment la vitesse de la lumière peut être utile pour quantifier les distances en jeu dans l'univers. On essaie ainsi de justifier l'usage de cette nouvelle unité de distance adaptée à l'astronomie : l'année de lumière (communément appelée année – lumière et récemment rebaptisée dans le programme de seconde).

L'ordre des questions posées a été pensé de façon à d'abord donner du sens à l'unité avant de faire la conversion numérique avec les mètres.

Ce travail permet aux élèves de réinvestir ce qu'ils ont appris sur les puissances de dix, les ordres de grandeurs, etc. Mais cela permet aussi de donner du sens aux notions de *grandeur physique* et de *valeur*. . Ici, on réfléchit sur les grandeurs *temps* et *distance*.

En effet la distance entre deux points exprimée en a.l. et la durée du parcours de la lumière entre ces deux points ont des valeurs qui s'écrivent avec le même nombre mais avec deux unités différentes. Il faut donc s'interdire de dire qu'il s'agit de deux valeurs égales ! Cela peut donc être l'occasion de mettre le doigt sur une difficulté sans doute non résolue par les élèves à ce stade, concernant la définition que le physicien donne au mot *valeur* d'une grandeur physique : un nombre accompagné d'une unité.

Informations sur le comportement des élèves et sur la façon de prendre en compte leurs difficultés

Qu'on utilise *année-lumière* ou *année de lumière*, le risque reste grand pour les élèves de considérer que cet « étalon » est une durée (et dans ce cas une année). Il faut donc s'attendre à devoir fortement insister sur le fait que l'année de lumière est une unité de distance. L'expression *année de lumière* est sensée diminuer ce risque mais elle nécessite toujours d'être suffisamment expliquée et utilisée pour que les élèves puissent lui donner du sens. Si on voulait être plus explicite encore il faudrait dire « parcours annuel de lumière ». *Année de lumière* pourrait désigner du point de vue de certains élèves la durée pendant laquelle on reçoit de la lumière à un endroit donné (une plante bien exposée, reçoit de l'ordre d'une *année de lumière* durant deux ans...) ; cela peut laisser penser qu'on quantifie la lumière "par année". Une année de lumière pourrait être vue comme la quantité d'énergie qu'on reçoit pendant un an en

étant "au soleil"... Ou dans une version plus caricaturale et saugrenue, comme on a pu le relever dans un "bêtisier", l'année de lumière est "une année durant laquelle il fait toujours beau" !

Ces exemples qui donnent à sourire illustrent la difficulté d'appréhension de cette unité, et les quiproquos que l'expression "année de lumière" elle-même peut engendrer.

Les élèves ont donc beaucoup de mal à se représenter l'année-lumière comme une distance. Même si certains font preuve d'une certaine vigilance ponctuellement, il ne faut pas s'étonner que les mêmes "chutent" dans de nouvelles situations plus déstabilisantes.

Commencer par utiliser des unités construites sur le même principe comme la *seconde-son* (ou la *seconde de son*) par exemple (environ 340 m donc) ou même la minute-son peut aider à la compréhension parce que les distances-étalons ainsi engendrées sont appréhendables par les élèves, ils peuvent se les représenter. Mais les raisonnements menés avec la *seconde-son* peuvent ne plus avoir lieu une fois transposés à l'année de lumière car les élèves ne perçoivent pas la distance représentée par cette unité, elle dépasse largement les distances en jeu dans la vie courante et empêche ainsi de se faire une représentation des distances qui vont être quantifiées en années de lumière.

L'activité est assez calculatoire : il faut veiller à ce que les difficultés liées aux calculs n'ocultent pas le sens des concepts.

On peut s'attendre à ce que les élèves butent encore sur les conversions d'unités (secondes en années, m en km ; pire : $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ en $\text{cm}\cdot\text{h}^{-1}$).

Corrigé

1. Proxima du Centaure est situé à 4,3 années de lumière de la Terre.
2. a) La lumière d'Antarès met 170 années pour nous parvenir.
 - b) Cela signifie que les images d'Antarès qui nous parviennent ont 170 ans. Or Antarès est une étoile en fin de vie. À l'heure actuelle il est donc envisageable qu'elle soit éteinte, mais nous n'observerons son extinction que 170 ans après qu'elle ait effectivement lieu.
3. En une année la lumière parcourt $365 \times 24 \times 60 \times 60 \times 3,00 \cdot 10^8$ m soit $9,46 \cdot 10^{15}$ m
4. On a donc 1a.l. = $9,46 \cdot 10^{15}$ m
5. L'ordre de grandeur de l'année de lumière est 10^{16} m.
6. a) La distance entre Proxima du Centaure et la Terre est 4,3 années de lumière. En faisant la conversion en mètres on trouve : $4,3 \times 9,46 \cdot 10^{15}$ m = $4,1 \cdot 10^{16}$ m soit $4,1 \cdot 10^{13}$ km.
 - b) L'a.l. est une unité adaptée aux distances astronomiques. De plus la distance en a.l. entre deux astres correspond à la durée du parcours de la lumière entre ces deux astres exprimée en années.
7. D'après les distances extraites de l'activité 1 on trouve la durée du parcours de la lumière entre le Soleil et la terre : $\Delta t = 8,33$ min

Une unité de distance plus adaptée pour exprimer la distance Terre Soleil serait la minute de lumière, définie par analogie avec l'année de lumière. Ainsi, le soleil est situé à une distance de 8,33 minutes de lumière de la Terre. On peut s'entraîner en faisant la conversion en mètre : $1 \text{ min.l.} = 60 \times 3,00 \cdot 10^8 = 1,80 \cdot 10^{10}$ m.