FICHE ELEVE

Explorer les exoplanetes avec des donnees reelles

Activite de lycee de 90 minutes utilisant la base de donnees exoplanet.eu

Conçue dans le cadre d'Exo4Edu (Erasmus+).

Auteur : Alain Doressoundiram (Observatoire de Paris - PSL)

Ce que les eleves vont faire

- Construire des histogrammes et des nuages de points a partir d'une vraie base d'exoplanetes
- Comparer des tendances physiques avec des biais observationnels
- Identifier des familles d'exoplanetes avec masse, rayon et donnees orbitales
- Tester la troisieme loi de Kepler avec un vrai systeme planetaire

Niveau : 15-18 ans | **Duree : 90 min** | **Binomes ou groupes de 3**

Acces rapide

Base de donnees	Projet
https://exoplanet.eu/	https://exo4edu.eu/

Notions abordees

Astronomie
Culture des donnees
Graphiques et echelles logarithmiques
Raisonnement scientifique
Methodes de detection et biais

Co-funded by the European Union

Finance par l'Union europeenne. Les points de vue et opinions exprimes n'engagent que leur(s) auteur(s) et ne refletent pas necessairement ceux de l'Union europeenne ni de l'Agence executive europeenne pour l'education et la culture (EACEA). Ni l'Union europeenne ni l'EACEA ne peuvent en etre tenues responsables.

Explorer les exoplanetes avec des donnees reelles

Fiche eleve · 90 minutes · basee sur la base de donnees exoplanet.eu · Cadre Exo4Edu

APERÇU DE L'ACTIVITE	
Niveau cible	Lycee / secondaire superieur (15-18 ans)
Duree	90 minutes
Mode de travail	Binomes ou groupes de 3
Outils web	Utiliser exoplanet.eu -> Plots -> Histogram / Scatter
Prerequis	Lecture de graphiques, bases des logarithmes, vocabulaire orbital

Contexte

Cette activite utilise le catalogue public exoplanet.eu et ses outils de visualisation accessibles dans un navigateur. Elle a ete conçue dans le cadre d'Exo4Edu, un projet Erasmus+ qui aide les enseignants a introduire la recherche authentique sur les exoplanetes en classe.

Objectifs d'apprentissage

- Utiliser une vraie base de donnees scientifique et naviguer dans des graphiques interactifs.
- Interpreter des histogrammes et des nuages de points avec des echelles lineaires et logarithmiques.
- Distinguer les tendances physiques des effets de selection observationnels.
- Identifier les grandes familles d'exoplanetes a partir de leur masse, de leur rayon et de leurs proprietes orbitales.
- Reconnaitre la troisieme loi de Kepler dans de vraies donnees planetaires.

Partie	Objectif principal	Temps suggere
A	Historique des decouvertes et « boom » des decouvertes	15 min
B	Histogrammes : masse, distance orbitale et excentricite	30 min
C	Diagramme masse-rayon et familles planetaires	20 min
D	Periode et demi-grand axe : loi de Kepler	15 min
Synthese	Synthese et prolongement	10 min

Idee scientifique importante Le catalogue reflete a la fois l'astrophysique et les biais de detection : les planetes massives ou a courte periode sont souvent plus faciles a detecter que les petites planetes lointaines.

PARTIE A — Le boom des decouvertes

15 min

But : comprendre comment le nombre d'exoplanetes connues a evolue au cours du temps et pourquoi cette croissance s'est acceleree.

Comment construire le graphique

- Ouvrir exoplanet.eu, puis aller dans Plots -> Histogram.
- Choisir comme variable l'annee de decouverte (ou discovered).
- Afficher l'histogramme des decouvertes par annee.
- Si necessaire, zoomer ou telecharger la figure.

Questions

- Pendant quelles periodes le nombre de decouvertes augmente-t-il le plus fortement ?
- Proposer deux raisons expliquant ces augmentations. Penser aux nouveaux programmes d'observation ou aux missions spatiales.
- Pourquoi l'histogramme ne croit-il pas regulierement d'une annee a l'autre ?

Partie A — courte conclusion redigee

PARTIE B — Quels types de planetes sont les plus faciles a detecter ?

30 min

Utiliser l'outil Histogram pour les trois variables ci-dessous. Completer le tableau d'observation au fur et a mesure.

Variable	Reglages utiles	Tendance principale observee	Physique / biais / les deux ?
Masse	Essayer les unites de masse terrestre et une echelle logarithmique.	....	.....
Demi-grand axe	Utiliser une echelle logarithmique et comparer avec Mercure, la Terre et Jupiter.	....	.....
Excentricite	Commencer en echelle lineaire, puis comparer la	.....	.....

Variable	Reglages utiles	Tendance principale observee	Physique / biais / les deux ?
	dispersion globale.	.....	

Rappel sur l'echelle logarithmique Sur un axe logarithmique, des intervalles egaux correspondent a une multiplication par le meme facteur (par exemple 1 -> 10 -> 100). C'est tres utile lorsque les proprietes planetaires couvrent plusieurs ordres de grandeur.

PARTIE B — Interpreter les histogrammes

suite

1. Histogramme des masses : quelles sont les masses minimale et maximale approximatives visibles dans la base ? En passant aux masses terrestres et a une echelle logarithmique, observez-vous un changement dans la distribution autour de quelques dizaines de masses terrestres ?
2. Histogramme du demi-grand axe : ou se situent la plupart des planetes detectees par rapport a leur etoile ? Comparer avec Mercure (0,39 ua), la Terre (1 ua) et Jupiter (5,2 ua).
3. Pourquoi les planetes proches de leur etoile sont-elles souvent surrepresentees dans les releves d'exoplanetes ?
4. Histogramme des excentricites : les orbites presque circulaires ou les orbites tres allongees sont-elles les plus courantes ? Comparer avec les orbites du Systeme solaire.

Partie B — notes d'interpretation principales

PARTIE C — Diagramme masse-rayon : de quoi les planetes sont-elles faites ?

20 min

Ouvrir Plots -> Scatter. Tracer la masse en fonction du rayon. Utiliser les unites terrestres sur les deux axes et essayer une echelle logarithmique sur les deux axes.

1. Identifier au moins trois grandes familles de planetes ou d'objets dans le diagramme (par exemple planetes rocheuses, sous-Neptunes, geantes gazeuses).
2. Les planetes de rayon comparable a celui de la Terre ont-elles toutes la meme masse ? Qu'est-ce que cela indique sur leur densite et leur composition ?
3. Ou vous attendriez-vous a trouver des planetes rocheuses denses comme la Terre ou Mercure sur ce graphique ?
4. Choisir une petite planete et une planete geante dans le diagramme, puis les comparer en une phrase.

Indice sur la densite Deux planetes peuvent avoir un rayon similaire mais des masses tres differentes. A rayon egal, une planete plus massive est plus dense, ce qui suggere souvent une composition riche en roches ou en fer plutot qu'une epaisse enveloppe gazeuse.

PARTIE D — La troisieme loi de Kepler dans de vraies donnees

15 min

Ouvrir Plots -> Scatter. Tracer la periode orbitale en fonction du demi-grand axe et passer les deux axes en echelle logarithmique.

Demarche suggeree

- Observer d'abord toutes les planetes de la base.
- Essayer ensuite un filtre pour un systeme. Exemple de requete : "trappist" IN name
- Comparer le graphique global avec le systeme filtre.

Questions

- Quelle tendance generale apparait entre la periode et le demi-grand axe ?
- Pourquoi un graphique log-log aide-t-il a voir cette relation ?
- Les planetes d'un meme systeme suivent-elles la meme tendance ?

Defi facultatif Pour des planetes orbitant autour de la meme etoile, la troisieme loi de Kepler donne approximativement a ∝ P^(2/3). Si la periode est multipliee par 10, le demi-grand axe doit etre multiplie par environ 10^(2/3) ≈ 4,6. Cela correspond-il a la tendance observee ?

Partie D — breve conclusion

Lien mathematique Sur un graphique log-log, une loi de puissance devient une droite. Pour des planetes orbitant autour de la meme etoile, la troisieme loi de Kepler predit une pente proche de 2/3 dans le diagramme periode-distance. C'est pourquoi ce graphique est tres utile pour reperer rapidement la relation.

SYNTHESE — Bilan et prolongement

10 min

1. Ecrire une tendance physique claire observee dans la base de donnees.

2. Ecrire un biais observationnel clair qui affecte le catalogue.

3. Quelle famille d'exoplanetes semble la plus facile a identifier dans les graphiques ?

4. En 4 a 5 lignes, expliquer pourquoi les vraies donnees astronomiques sont puissantes mais doivent etre interpretees avec prudence.

Conclusion finale

Activite de prolongement Utiliser un nuage de points avec x = demi-grand axe, y = masse et la taille des points = excentricite. Essayer de localiser 51 Peg b (a = 0,05 ua ; m = 0,47 MJup) et Kepler-10 b (a = 0,017 ua ; m = 4,6 MTerre). Que nous apprennent ces deux planetes sur la diversite des systemes planetaires ?

MINI-GLOSSAIRE

Demi-grand axe	Distance moyenne entre une planete et son etoile, generalement mesuree en ua.
Excentricite	Nombre qui indique si une orbite est circulaire ou allongee. e = 0 correspond a un cercle.
Echelle logarithmique	Echelle ou des espacements egaux correspondent a une multiplication egale, et non a une addition egale.
Biais de detection	Distorsion due au fait que certaines planetes sont plus faciles a detecter que d'autres.

Liens utiles et remarque sur les donnees

• Base de donnees et graphiques en ligne : https://exoplanet.eu/ et https://exoplanet.eu/plots/

• Cadre educatif : https://exo4edu.eu/

• Le catalogue est regulierement mis a jour ; les nombres exacts peuvent donc changer d'une seance a l'autre.