

QUESTIONS D'EXAMEN 2020

Ondes et Instruments - Mathieu Puech (3 points)

Dans ce qui suit, indiquer une seule réponse par question.

Q1. Quel est le facteur principal qui limite la résolution spatiale d'un télescope au sol ? [0.5 point]

- a) La diffraction de la lumière par l'ouverture du télescope (« tâche d'Airy »)
- b) La quantité de poussière sur le miroir primaire du télescope
- c) **La turbulence atmosphérique**
- d) La pollution lumineuse du site d'observation

Q2. Quels sont les domaines de longueur d'onde observable depuis le sol ? [0.25 point]

- a) Tous les domaines
- b) Le domaine visible avec une partie de l'UV et de l'infrarouge
- c) **Le domaine visible avec une partie de l'UV et de l'infrarouge ainsi qu'aux longueurs d'ondes radio**
- d) Aucun

Q3. D'après les lois de Kirchhoff, lequel des milieux suivants émet des raies en émission ? [0.5 point]

- a) Un gaz froid à basse pression
- b) Un gaz froid à haute pression
- c) **Un gaz chauffé à basse pression**
- d) Un gaz chauffé à haute pression

Q4. Modèle de Bohr de l'Hydrogène : on rappelle la formule de Rydberg ci-dessous, avec $R_H=1.097 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$. A quelle transition correspondant la raie de Balmer H α qui émet à $\lambda=656 \text{ nm}$? [0.5 point]

$$\frac{1}{\lambda_{\text{vac}}} = R_H \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

- a) n₁=1 et n₂=2
- b) n₁=1 et n₂=3
- c) **n₁=2 et n₂=3**
- d) n₁=3 et n₂=4

Q5. Pourquoi cherche-t-on toujours à construire des télescopes au sol de plus en plus grands ? [0.25 point]

- a) La résolution spatiale est inversement proportionnelle au diamètre du télescope, on gagne donc en résolution quand le diamètre augmente
- b) Le pouvoir collecteur augmente proportionnellement avec le diamètre du télescope
- c) Cela fait plus d'emplois pour construire l'instrument, c'est donc économiquement intéressant
- d) **Le pouvoir collecteur augmente proportionnellement avec la surface du télescope**

Q6. Quel est le principal avantage des observations interférométriques ? [0.5 point]

- a) Cela permet d'observer des objets plus faibles que les observations classiques
- b) **Cela permet de dépasser la résolution spatiale théorique d'un télescope unique**

- c) Cela permet d'observer des objets qui se déplacent très rapidement dans le ciel
- d) Cela permet d'atteindre des résolutions spectrales très élevées

Q7. Qu'est-ce que l'astronomie multi-messagers ? [0.5 point]

- a) Une filiale de colissimo créée par J. Vaubaillon
- b) L'observation d'un même objet à plusieurs longueurs d'ondes
- c) L'observation d'un même objet à partir de signaux électromagnétiques et de signaux non électromagnétiques
- d) Une branche de la physique qui étudie les interactions fondamentales

Astrométrie et mécanique céleste – Jérémie Vaubaillon (3 points)

Exercice 1

Au XVIIIème s., on a utilisé l'observation de Jupiter et de ses satellites pour naviguer sur la Terre car :

- 1) Le satellite Io a pratiquement la même taille que la Lune (1821 km vs 1737 km de rayon). De plus c'est le satellite le plus proche de Jupiter.
- 2) Le demi-grand axe des orbites de Io et de la Lune sont similaires (421700 km vs 384399 km). Seule la masse des planètes change, ce qui explique que Io tourne en 42h seulement autour de Jupiter.
- 3) Les éclipses et occultations entre satellites de Jupiter permettent de disposer d'un étalon temporel. La détermination précise du temps permet de déterminer précisément l'espace.
- 4) Jupiter induit des perturbations gravitationnelles sur toutes les orbites des planètes.

Exercice 2

Une éclipse de Soleil est :

- 1) Un abus de langage : le Soleil ne peut être éclipsé. On devrait plutôt parler d'occultation de Soleil. La couche externe de l'atmosphère solaire
- 2) Le passage de la Lune entre le Soleil et la Terre (oui, mais on devrait plutôt parler d'occultation de Soleil)
- 3) Le passage de la Terre entre la Lune et le Soleil
- 4) Le passage du Soleil entre la Lune et la Terre
- 5) Le passage de la Lune dans l'ombre de la Terre
- 6) Le passage de la Terre dans l'ombre de la Lune (oui, mais on devrait plutôt parler d'occultation de Soleil)
- 7) Le passage de la Terre dans l'ombre du Soleil

Exercice 3

Deux satellites artificiels (hypothétiques) de la constellation "StarJunk" ont les éléments d'orbites suivants :

Satellite 1 :

- demi-grand axe : 356 km
- apogée : 357 km
- périgée : 350 km
- excentricité : 0.001
- inclinaison : 45 deg
- longitude du nœuds ascendant : 273 deg
- distance du nœuds ascendant : 352 km

Satellite 2 :

- demi-grand axe : 346 km
- apogée : 353 km
- périgée : 345 km
- excentricité : 0.001
- inclinaison : 85 deg
- longitude du nœuds ascendant : 273 deg
- distance du nœuds ascendant : 352 km

Sélectionner la/les proposition(s) correctes :

- 1) Une collision est possible entre les 2 satellites car le périgée de l'un est inférieur à l'apogée de l'autre
- 2) Une collision est possible entre les 2 satellites car le périgée de l'un est supérieur à l'apogée de l'autre : vrai mais insuffisant : l'orientation des orbites importe également (faux)
- 3) Une collision est impossible car les inclinaisons sont différentes : au contraire, c'est ce qui rend la vitesse relative très importante
- 4) Une collision est possible car les distances des noeuds ascendants sont égales : vrai mais insuffisant
- 5) Une collision est possible car les longitudes de nœuds ascendants sont égales : vrai mais insuffisant
- 6) Une collision est possible car les distances des noeuds ascendants ainsi que les longitudes de noeuds ascendants sont égales respectivement : il est possible que les 2 satellites se trouvent au même endroit en même temps
- 7) Une collision est possible, mais les vitesses relatives entre les 2 satellites sont très faibles car les demi-grand axes et excentricités sont très semblables (application directe des lois de Kepler). : les vitesses relatives par rapport à la Terre sont similaires, mais la différence d'inclinaison engendre une vitesse relative entre les 2 satellites extrêmement importante.
- 8) il n'y a pas assez d'éléments pour savoir si une collision est possible : il manque notamment une donnée sur le temps pour définir la position des satellites sur leurs orbites respectives. vrai mais sans rapport avec la question posée : à force de tourner avec des périodes différentes, les 2 satellites finiront bien par se rapprocher physiquement (autant que les orbites leur permettent).
- 9) Toutes les propositions précédentes sont correctes
- 10) Aucune proposition n'est correcte

Exercice 4

Sélectionner les propositions correctes.

- 1) Tous les météores proviennent des comètes : **certaines proviennent des astéroïdes**
- 2) On voit beaucoup de météores en août grâce au passage annuel de la comète 109P/Swift-Tuttle, corps parent des Perséides : **la comète revient tous les 120 ans...**
- 3) Un mineur n'est pas autorisé à remplir un formulaire d'observation des météores ou de bolide (sur vifie-ciel.org) : **faux : n'importe qui peut remplir un formulaire d'observation des météores**
- 4) Un rapport d'observation rempli par plusieurs personnes permet d'augmenter la robustesse des résultats scientifiques : **faux : un rapport d'observation est avant tout individuel car vos yeux et votre cerveau sont différents de ceux de votre voisin. Par contre, un grand nombre de rapports individuels permet effectivement d'augmenter la robustesse des résultats scientifiques**
- 5) Pour un lieu donné, on peut observer des météores toutes les nuits tant que les conditions le permettent (météo, pollution lumineuse etc.) : **vrai : on les appelle les sporadiques. On en voit entre 4 et 10 par heure (après correction).**
- 6) Toutes les propositions précédentes sont correctes
- 7) Aucune proposition n'est correcte

Soleil - Ludwig KLEIN (1 point)

a) Qu'est-ce que la couronne solaire :

1. **Un gaz enveloppant la photosphère**
2. **La couche externe de l'atmosphère solaire**
3. La couche supérieure de la zone convective

b) Le vent solaire est

1. **Un flot de matière par lequel le gaz de la couronne s'écoule dans l'espace interplanétaire.**
2. L'éjection occasionnelle de parties de la couronne dans l'espace.
3. L'ensemble des particules de très haute énergie accélérées lors d'une éruption solaire.

c) Classez les différentes régions du Soleil par ordre croissant de température :

1. Le noyau du Soleil
2. La photosphère
3. La couronne.

Réponse : 2, 3, 1

d) Laquelle des structures solaires suivantes est formée par la force du champ magnétique :

1. Les taches solaires
2. **Les filaments et protubérances**
3. Les boucles coronales

e) Quel processus crée le cycle d'activité solaire :

1. Les différentes étapes de fusion nucléaire (H en He, He en C etc.)
2. **L'évolution quasi-périodique du champ magnétique solaire.**
3. La variation de la masse solaire au rythme des éjections coronales de masse.

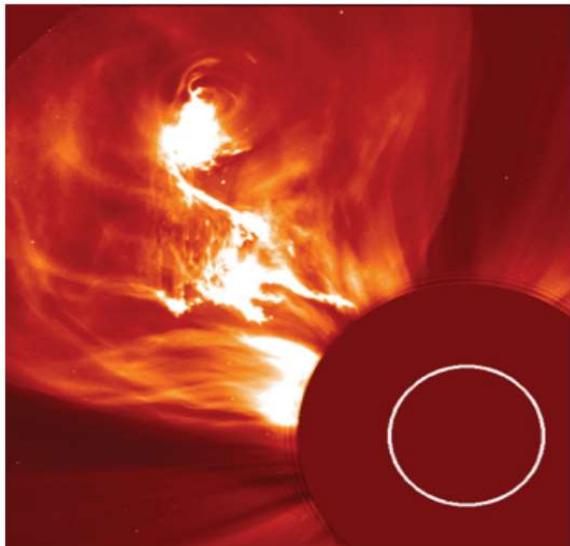
f) Lequel (lesquels) des effets suivants peuvent survenir en météorologie de l'espace:

1. **Le chauffage de la haute atmosphère de la Terre et la perturbation du mouvement orbital d'un satellite artificiel.**

2. La déviation de la trajectoire d'un avion par la collision avec la matière d'une éjection coronale de masse.
3. La perturbation de la propagation d'ondes radio à la traversée de l'ionosphère terrestre.

Soleil - Jean-Marie MALHERBE (1 point)

Chronologie d'une « tempête » solaire



Le Soleil est une étoile active qui produit des éjections de matière libérant de l'énergie et qui percutent parfois la Terre. Ce sont les Ejections de Masse Coronale (EMC). Elles peuvent se déplacer à plusieurs centaines de kilomètres par seconde et transporter plusieurs milliards de tonnes de gaz ionisé appelé plasma. Quand les EMC atteignent la Terre, elles produisent les aurores boréales et les orages magnétiques. Dans cet exercice, on analyse une « tempête solaire » par sa chronologie d'événements.

Jour	Temps	Ce qui s'est déroulé
Mardi	17 h 00 mn	Éruption sur le Soleil.
Jeudi	04 h 00 mn	Le flot de plasma éjecté arrive à la Terre.
Jeudi	06 h 00 mn	L'intensité aurorale est à son maximum.
Jeudi	13 h 00 mn	L'intensité aurorale est à son minimum.
Jeudi	15 h 00 mn	Les conditions spatiales redeviennent normales.

1) Combien de temps (en heures) s'est-il passé entre l'éruption solaire et sa détection près de la Terre ?

Réponse : 35 heures

2) Après que la « tempête » de plasma ait atteint la Terre, en combien de temps l'aurore atteint son intensité maximale ?

Réponse : 2 heures

3) Combien de temps (en heures) s'est-il passé entre le moment où le plasma a été détecté près de la Terre, et celui où les conditions spatiales sont retournées à la normale ?

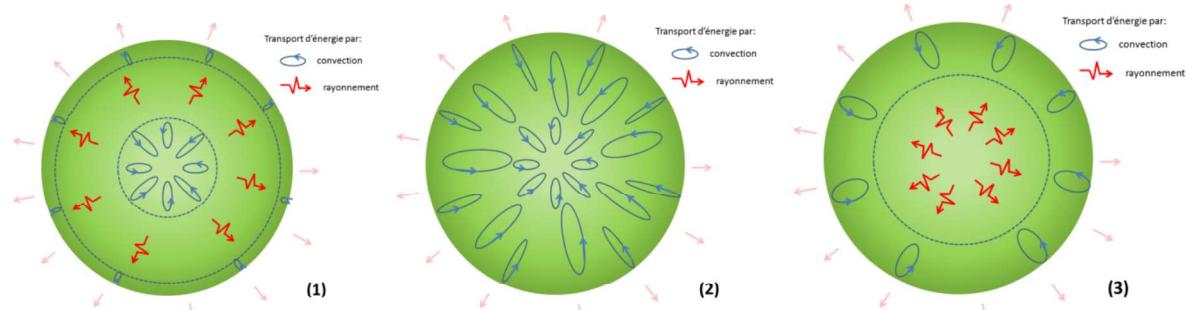
Réponse : 11 heures

4) Si la Terre est à 150 millions de kilomètres du Soleil, à quelle vitesse moyenne, en kilomètres par secondes, la « tempête » s'est-elle déplacée depuis le Soleil ?

Réponse: $150 \cdot 10^6 \text{ km} / (35 \times 3600 \text{ s}) = \text{environ } 1200 \text{ km/s}$

Etoiles et milieu interstellaire - Éric MICHEL (3 points)

Structure des étoiles : Les schémas suivants illustrent la structure interne d'étoiles de même composition chimique mais de masses différentes (M_1, M_2, M_3 resp.) et toutes trois étant en phase de séquence principale d'âge zéro (ZAMS). Attention : les rayons R_1, R_2 et R_3 sont représentés identiques ici, alors qu'ils diffèrent dans la réalité.



a) Pouvez-vous, à partir des informations figurant dans ces schémas classer les masses M_1, M_2 et M_3 par valeur croissante ? (*sans commentaire*)

Réponse : $M_2 < M_3 < M_1$.

Commentaire : La structure (1) avec un cœur convectif et une enveloppe radiative surmontée d'une fine zone convective externe est représentative des étoiles plus massives que $\sim 1.2 M_{\text{sol}}$ sur la ZAMS. La structure 3, avec un cœur radiatif et une zone convective externe assez étendue est représentative des étoiles comme le soleil, entre 1.2 et $0.3 M_{\text{sol}}$. La structure (1) entièrement convective correspond aux étoiles moins massives que $0.3 M_{\text{sol}}$.

b) Pouvez-vous proposer un classement par valeur croissante des températures au centre de ces étoiles T_{C1}, T_{C2}, T_{C3} ?

Réponse : $T_{C2} < T_{C3} < T_{C1}$

Commentaire : Sur la ZAMS, (à composition chimique donnée), T_C augmente avec la masse.

c) Pouvez-vous proposer un classement par valeur croissante des rayons R_1, R_2 et R_3 correspondants ?

Réponse : $R_2 < R_3 < R_1$

Commentaire : Sur la ZAMS, (à composition chimique donnée), R augmente avec la masse.

d) Pouvez-vous proposer un classement par valeur croissante des Températures effectives T_{eff1}, T_{eff2} et T_{eff3} correspondantes ?

Réponse : $T_{eff2} < T_{eff3} < T_{eff1}$

Commentaire : Sur la ZAMS, (à composition chimique donnée), T_{eff} augmente avec la masse.

e) Indiquer à chaque fois où ont lieu les réactions nucléaires (1a au centre, 1b en couche) et quel est l'élément transformé (2a l'hydrogène en helium, 2b l'helium en carbone et oxygène) :

étoile 1 :

étoile 2 :

étoile 3 :

Réponse : étoile 1 : 1a, 2a ; étoile 2 : 1a, 2a ; étoile 3 : 1a, 2a

Commentaire : Dans les trois cas, les réactions nucléaires ont lieu dans le cœur de l'étoile où l'hydrogène est transformé en helium.

Loi de Wien et les différents visages du MIS

La loi de Wien, valable pour un corps noir, s'écrit : $\lambda_{\max} \cdot T = 2.898 \cdot 10^{-3} \text{ K} \cdot \text{m}$

Que représente λ_{\max} ?

- La longueur d'onde au-delà de laquelle le spectre n'a plus de puissance rayonnée.
 - La longueur d'onde maximale observable par l'œil humain
 - La longueur d'onde du maximum d'émission
- b) Que représente T ?
- La température du corps noir
 - La température de l'instrument
 - Le temps d'observation

Commentaire : la loi de Wien décrit comment la longueur d'onde du maximum d'émission d'un corps noir (λ_{\max}) dépend de sa température (T).

- c) Pour une étoile de température effective typique $T_{\text{eff}} \sim 6000 \text{ K}$, assimilée à un corps noir, une pose de 1h à température ambiante, que vaudra : λ_{\max} ?

Réponse : $\lambda_{\max} \sim 2.898 \cdot 10^{-3} / 6 \cdot 10^3 \text{ m} \sim 5 \cdot 10^{-7} \text{ m} = 0.5 \text{ } \mu\text{m}$

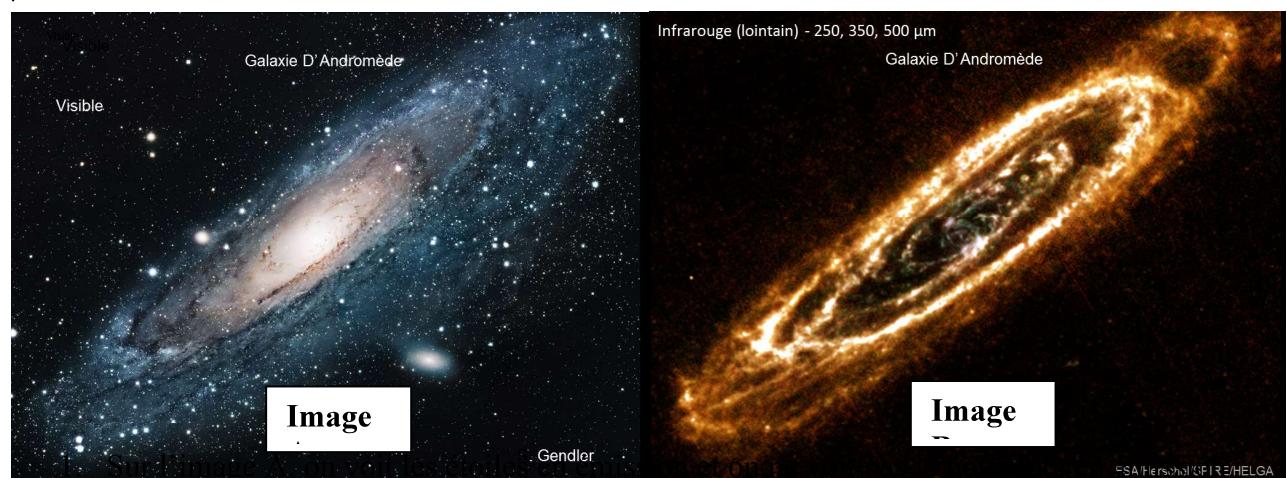
Commentaire : c'est-à-dire dans le visible.

- d) Pour des nuages de poussière à une température $T \sim 10 \text{ K}$, assimilés à des corps noirs, une pose de 5 minutes avec un instrument refroidi à 1K, que vaudra : λ_{\max} ?

Réponse : $\lambda_{\max} \sim 2.898 \cdot 10^{-3} / 10 \text{ m} \sim 3 \cdot 10^{-4} \text{ m} = 300 \text{ } \mu\text{m}$

Commentaire : c'est-à-dire dans l'IR lointain.

- e) En fonction des résultats précédents, répondez aux questions concernant les deux images suivantes de la galaxie d'Andromède, obtenues dans le visible et dans l'infrarouge lointain respectivement.



parce que :

- La longueur d'onde est trop courte
 - La pose est trop courte
 - La température du détecteur est trop élevée
2. Sur l'image B, on voit la poussière :

- a) En émission
 - b) En absorption
3. Sur l'image B, on ne voit pas les étoiles parce que :
- a) La longueur d'onde est trop élevée
 - b) La pose est trop longue
 - c) La température du détecteur est trop basse

Commentaire : Sur l'image prise dans le visible, on voit principalement les étoiles qui composent la galaxie et dont le rayonnement domine à ces longueurs d'onde ; la poussière apparaît essentiellement en absorption (traînées plus sombre). Sur l'image prise dans l'infrarouge lointain, on voit principalement la poussière dont le rayonnement thermique domine à ces longueurs d'onde, les étoiles n'émettant quasiment pas en comparaison dans ce domaine.

Planétologie comparée - Alain DORESSOUNDIRAM (3 points)

1) Synthèse de cours (max ½ page)

Donner les étapes de la constitution des noyau, manteau, croûte et de l'atmosphère d'une planète tellurique. Vous définirez en particulier l'accrétion, la différentiation, le dégazage.

Les planètes telluriques se sont formées par **accrétion**, c'est à dire grossissement par collisions de grains en « grumeau », puis planétésimal et enfin planète. On a ainsi une boule chaude, liquide et homogène. Sous l'effet de la gravité, les éléments se **différentient** : les plus lourds « coulent » au centre et forment le **noyau** (fer, Nickel) et les éléments les plus légers remontent à la surface et forment le **manteau**. La surface se refroidit et se solidifie, c'est la **croûte**.

L'atmosphère est produite (1) par le « dégazage » : rejet des gaz piégés dans les roches par l'activité volcanique, et (2) par les impacts d'astéroïdes et comètes contenant des volatiles : H₂O, N₂, CO, CO₂....

2) Un QCM pour se détendre (plusieurs réponses possibles)

Quelles sont les propriétés remarquables des satellites Galiléens de Jupiter

- A- elles possèdent toutes une atmosphère dense comme la Terre.
- B- Europe a sans doute sous sa banquise un océan liquide
- C- Io crache en permanence de la lave
- D- Ganymède est plus gros que la planète Mercure
- E- Ils sont en rotation synchrone (comme notre Lune)

3) Et pour finir un peu de calcul ne fera pas de mal !

Sedna est un des objets transneptunians les plus lointains jamais découverts. Le demi-grand axe de son orbite mesure 484 UA. Quelle est alors sa période de révolution autour du Soleil ?

D'après la loi de Kepler, on a la relation : $P_{\text{Sedna}}^2 = a_{\text{Sedna}}^3$ avec P en années terrestres et le demi grand-axe a en UA donc $P_{\text{Sedna}} = 10648$ années environ.

Galaxies - Florence DURRET (3 points)

1) Quelle(s) différence(s) y a-t-il entre une galaxie de type elliptique, une lenticulaire, une galaxie de type Sa et une galaxie de type Sc ?

Une galaxie elliptique ne comporte qu'un bulbe (sphérique ou ellipsoïdal) et pas de disque. Une galaxie lenticulaire possède un gros bulbe et un petit disque. Une galaxie spirale possède un bulbe et un grand disque, dans lequel se trouvent les bras spiraux. La taille du bulbe est plus

grande pour les Sa que pour les Sc et les bras spiraux sont plus enroulés dans les Sa et plus ouverts dans les Sc.

2) A l'aide de quel type d'observations a-t-on pu déterminer comment sont distribuées les galaxies à grande échelle dans l'univers ? Quel genre de distribution a-t-on trouvé ? Où se trouvent les amas de galaxies dans cette distribution ?

A l'aide de mesures de très nombreux décalages spectraux de galaxies obtenus grâce à la spectroscopie optique, on a pu mesurer leurs positions dans l'espace (à trois dimensions : l'ascension droite, et la déclinaison en projection sur le ciel, plus la distance de la galaxie, calculée à partir de son décalage spectral). On a ainsi pu montrer que les galaxies n'étaient pas distribuées dans l'univers de manière homogène, mais au contraire se distribuaient selon des filaments (très allongés) ou des feuillets (sur une surface), bordant de grandes régions quasiment vides de galaxies. Il est intéressant de noter que cette distribution observée correspond à celle prédictive par les simulations numériques de formation des structures à grande échelle dans l'univers et faisant intervenir seulement les effets de la gravité sur des particules de matière noire.

3) A l'intérieur d'un amas de galaxies, comment sont distribués les divers types de galaxies en fonction de la distance au centre de l'amas ? Quelle explication peut-on donner à cette répartition ?

Dans les régions centrales des amas de galaxies, les galaxies sont majoritairement des elliptiques, créées par les nombreuses fusions de galaxies (elliptiques ou spirales) qui ont lieu dans les régions denses en galaxies que sont le centre des amas. Dans les zones externes des amas, il y a davantage de galaxies spirales. Une explication simple est que les amas continuent à accréter des galaxies de champ (c'est-à-dire n'appartenant à aucune structure, groupe ou amas), ou des petits groupes de galaxies, qui arrivent le long des filaments cosmiques. Comme les galaxies de champ et les galaxies appartenant à des groupes sont majoritairement des spirales, on retrouve donc une majorité de spirales dans les régions extérieures des amas.

Cosmologie – Andrea Cattaneo (3 points)

1) Sachant que $1 \text{ Mpc} = 3.1 \times 10^{19} \text{ km}$ et en supposant qu'il n'y ait pas de constante cosmologique ($\Lambda=0$), une constante de Hubble de 70 km/s/Mpc implique que :

- a) L'âge de l'Univers est environ 13.6 milliards d'années.
- b) L'âge de l'Univers est au moins 13.6 milliards d'années.
- c) L'âge de l'Univers ne peut pas excéder 13.6 milliards d'années.

2) Pourquoi la formation de noyaux d'hélium s'arrête quelque minute après le Big Bang ?

- a) La température chute et les collisions ne sont plus assez violentes pour produire des réactions de fusion nucléaire.
- b) Les neutrons libres sont sujets à la désintégration beta.
- c) Le découplage des neutrinos rend les réactions de fusion à la base de la nucléosynthèse impossibles.

3) Les galaxies elliptiques géantes sont rouges parce que :

- a) Leur population stellaire ne contient que des petites étoiles rouges.
- b) Leurs populations stellaires sont vieilles. Les étoiles massives sont toutes rentrées dans la

branche des géantes rouges.

c) Elles sont issues de fusions de galaxies et sont encore très poussiéreuse.

Traitements de données – Pierre Baudoz (2 points)

Pour étalonner notre instrument, on dispose des séries d’images suivantes :

- S1 = Une image enregistrée avec un obturateur qui ferme l’instrument et pour un temps de pose de 1 milliseconde
- S2 = Série de 100 images enregistrées avec un obturateur qui ferme l’instrument et pour des temps de pose de 1 milliseconde
- S3 = Série de 100 images enregistrées avec un obturateur qui ferme l’instrument et pour un temps de pose de 5 secondes
- S4 = Série de 100 images enregistrées avec un obturateur qui ferme l’instrument et pour un temps de pose de 100 secondes
- S5 = Série de 100 images enregistrées avec une lumière uniforme devant l’instrument et pour un temps de pose de 5 secondes
- S6 = Série de 100 images enregistrées avec un obturateur qui ferme l’instrument et pour un temps de pose de 10 secondes

Q1 : Quelle(s) séries est/sont nécessaire(s) pour créer le Master-Flat qui pourra être divisé aux images scientifiques ? (une seule réponse possible):

- a. S1
- b. S2
- c. S2 et S4
- d. S2 et S6
- e. **S3 et S5**
- f. S4 et S5

On calcule la moyenne (ou médiane) des images uniformément illuminée de la série S5 et on leur soustrait la moyenne (ou médiane) de la série S3 pour retirer le biais et le courant d’obscurité correspondant au temps de pose de 5s.

Q2 : Quelle est la meilleure série pour créer le Master-Biais qui mesure le biais du détecteur ? (une seule réponse possible):

- a. S1
- b. **S2**
- c. S3
- d. S4
- e. S5
- f. S6

Pour calculer le biais, on utilisera le plus grand nombre d’images possible avec un temps de pose suffisamment faible pour limiter les effets du courant d’obscurité. La série S1 est aussi enregistrée avec un temps de pose d’une milliseconde mais il n’y a qu’une seule image. Le calcul de la moyenne (ou la médiane) sur les 100 images de S2 permettra d’augmenter le rapport signal sur bruit de la mesure du biais.

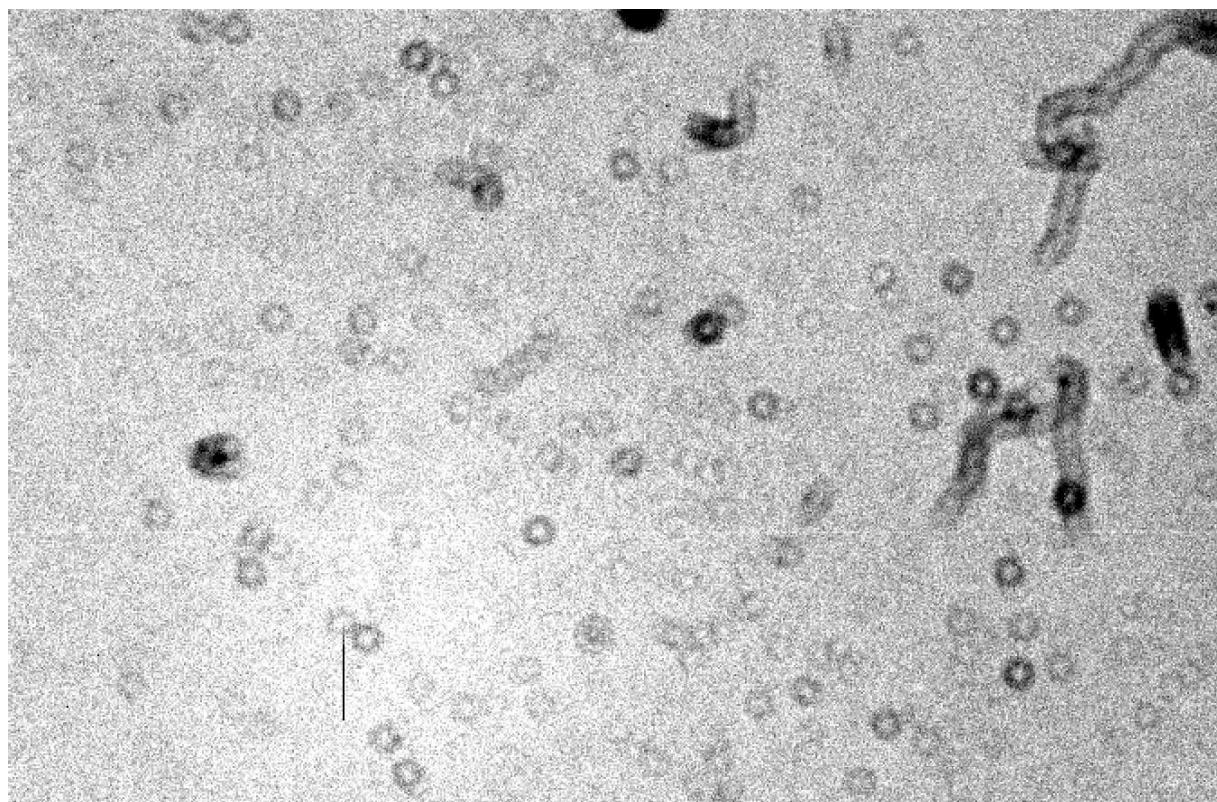
Q3 : On enregistre des images scientifiques avec un temps de pose 10s, quelles sont les séries utiles pour faire le traitement des données complet des images scientifiques :

- a. S1
- b. S2
- c. **S3**
- d. S4
- e. **S5**
- f. S6

S3 et S5 pour construire le Master-Flat et S6 pour construire le Master-Dark de l'image scientifique enregistrée avec un temps de pose de 10s.

Q4 L'image ci-dessous correspond à quel type d'image :

- a. Master-Biais
- b. Master-Dark
- c. **Master-Flat**



Histoire - Jérôme LAMY (2 points)

- 1) Quel est le principe des choses dans la cosmologie d'Anaximandre ?
- a) Eau
 - b) Air
 - c) **Apeiron**

- 2)** Comment se nomme le point trouvé par Ptolémée pour expliquer comment une planète peut avoir un mouvement circulaire et uniforme ?
- Déférent
 - Équant**
 - Portant
- 3)** Qu'est-ce que la découverte des 4 satellites de Jupiter a permis de justifier pour Galilée ?
- Dans un système copernicien, la Terre n'est pas la seule planète à avoir un satellite**
 - Les satellites sont des astres identiques aux planètes
 - La trajectoire de Jupiter est modifiée par la présence de ces satellites
- 4)** Dans le *Sidereus Nuncius*, Galilée considère la Lune comme
- Une étoile
 - Un astre identique à la Terre**
 - Une anti-Terre

Hautes Énergies – Alexandre le Tiec, Andreas Zech, Susanna Vergani (2 points)
(Uniquement pour les personnes inscrites en parcours à distance en vidéo)

- 1)** Quels types d'astres comptent parmi les « objets compacts » ? (Plusieurs réponses possibles)
- Les étoiles de la séquence principale
 - Les étoiles à neutrons**
 - Les trous noirs**
 - Les étoiles géantes rouges
- 2)** Une émission « non-thermique » est reconnaissable dû
- À sa forme spectrale qui suit celle d'un corps noir.
 - À sa forme spectrale qui suit une loi de puissance en énergie.**
 - Aux raies d'émission.
 - Aux raies d'absorption.
- 3)** Les ondes gravitationnelles sont :
- Des vibrations du champ électromagnétique.
 - Des vaguelettes à la surface des océans.
 - De petites oscillations dans la courbure de l'espace-temps.**
- 4)** L'onde gravitationnelle détectée le 14 septembre 2015 avait pour origine :
- L'explosion d'une supernova au sein de notre galaxie
 - La fusion de deux trous noirs supermassifs
 - La fusion de deux trous noirs de quelques dizaines de masses solaires**
 - Le spiralement de deux étoiles à neutrons

- 5) Dans quel domaine de fréquence on observe l'émission rémanente des sursauts gamma ?
- a) Seulement en rayons gamma
 - b) **Dans tout le spectre électromagnétique**
 - c) Seulement en rayons X
 - d) Seulement dans le visible
- 6) Les sursauts gamma longs sont associés :
- a) **À l'explosion d'étoiles massives**
 - b) À la coalescence d'étoiles à neutrons
 - c) Aux kilonovae
 - d) À l'émission d'ondes gravitationnelles détectée en 2017 par les interféromètres LIGO-Virgo

Introduction à la Philosophie des sciences – Gauvain Leconte (1 points)

1) Imaginons qu'un astronome calcule l'orbite d'une planète en utilisant la théorie gravitationnelle du Pr Tournesol, qui est la meilleure théorie de la gravitation dont elle dispose. Elle se rend compte que l'orbite réelle de la planète ne suit pas l'orbite prédictive par la théorie du Pr Tournesol. Entourez la ou les bonnes réponses ci-dessous :

- A.** D'après Karl Popper, la théorie du Pr Tournesol est réfutée. Cela prouve que c'est une théorie scientifique mais elle doit être abandonnée au profit d'une nouvelle théorie.
- B.** D'après Karl Popper, cela prouve que la théorie du Pr Tournesol n'a jamais été scientifique et que l'on avait tort de s'y fier.
- C.** D'après Imre Lakatos, il faut maintenir la théorie du Pr Tournesol coûte que coûte en lui rajoutant n'importe quelle hypothèse auxiliaire pour la sauver de la réfutation les hypothèses fondamentales qui forment son noyau central.
- D.** D'après Imre Lakatos, il faut essayer de sauver les hypothèses fondamentales de la théorie du Pr Tournesol en lui ajoutant des hypothèses auxiliaires, mais si celles-ci ne mènent pas à des prédictions et des découvertes de nouveaux phénomènes, alors il faut abandonner cette théorie.