

INSTRUCTIONS DU TEST ECRIT NUMERO 2

TRADUCTION FRANÇAISE DU TEST

LES FIGURES SONT PRESENTES EXCLUSIVEMENT SUR LA VERSION ANGLAISE DU SUJET

⇒ **Les traductions des légendes des différentes figures sont en italique dans ce document**

WRITTEN TEST 2 : 2 HEURES

LES RÉPONSES DOIVENT ÊTRE PORTÉES SUR LA FEUILLE DE RÉPONSES (ANSWER SHEET)

NOTATION :

Pour les questions à réponse unique (une seule réponse attendue)

- réponse exacte : + 1 point
- réponse fausse ou plusieurs réponses données : 0 point

Si plusieurs réponses sont attendues :

- pour chaque réponse correcte : 1 point
- pour chaque réponse fausse : - 0,5 point

Aucune question ne peut être notée en dessous de zéro. Si le nombre de points négatifs est supérieur au nombre de points positifs la note est néanmoins zéro ($+1 - 1,5 = 0$)

Page 1 du test anglais**SECTION 1 : COMPRENDRE LES INTERACTIONS ENTRE LES ENVELOPPES FLUIDES : UN ENJEU SPORTIF !**

Le « Vendée Globe » est une course pour navigation en solitaire sans assistance partant de France, en Vendée, et dont l'objectif est de boucler le tour du monde le plus rapidement possible. Le départ ainsi que l'arrivée se déroulent aux Sables d'Olonnes (visible sur la figure 1A, et marqué par le point A sur la figure 1B). En 2016, le départ a eu lieu le 6 novembre. Armel Le Cleac'h a été le vainqueur en 74 jours de navigation non-stop (nouveau record). La difficulté, surtout en solitaire, est de trouver le parcours pour lequel le vent est toujours favorable, c'est à dire arrivant par l'arrière du bateau.

Figure 1 (A) : Carte montrant la route du Vendée globe

Figure 1 (B) : Carte barométrique de l'océan Atlantique-Nord et points remarquables (voir question)

Question 1 : Les voiliers utilisent au mieux les vents dominants. Selon vos connaissances sur l'orientation des vents créés par les différentes masses d'air, indiquer quel est le trajet le plus rapide que les concurrents doivent prendre pour atteindre les îles du Cap vert (E). Les conditions barométriques montrées sur la carte ci dessus sont restées similaires pendant une semaine : (une seule réponse possible)

- 1- Trajet AKGE
- 2- Trajet AKBE
- 3- Trajet AKDE
- 4- Trajet AMPCHE

Page 2 du test anglais

Question 2 : Au même moment un navigateur décide d'effectuer le trajet Rabat (R) - New York (Y). Quel itinéraire est le plus rapide : (une seule réponse possible)

- 1- RGDHY
- 2- RBDCY
- 3- RGDPY
- 4- RKDHY

La figure 2 (voir version anglaise) présente la position des concurrents après 10 jours de course. Un groupe de voiliers (entouré) semble bloqué et navigue à des vitesses très faibles (2,5 nœuds marins, pour information : 1 nœud marin équivaut à un peu moins de 2 km/h).

Figure 2 : Situation de la zone de course dans l'océan Atlantique. (A) Carte barométrique, l'intervalle entre les isobares est de 3hPa. (B) Carte de température de l'eau, les températures sont données en °C. (C) Carte de la salinité de l'eau, les valeurs fournies sont des concentrations en g/l.

Page 3 du test anglais

Question 3 : Parmi les propositions ci-dessous, indiquer celle qui explique le mieux la situation des navigateurs contraints à naviguer à de faibles vitesses. (Une seule réponse possible)

- 1- La forte température de l'eau empêche la formation de vents.
- 2- Les voiliers traversent une zone où les vents viennent de face.
- 3- L'eau est très salée et sa viscosité freine les voiliers.
- 4- Les voiliers sont piégés dans une zone de très faibles vents.

Question 4 : Dans la figure 2C, on observe une salinité différent de la moyenne (zones vertes) dans la zone intertropicale. Choisir la cause la plus évidente. (Une seule réponse possible)

- 1- L'eau des grands fleuves diminue la salinité de l'eau océanique.
- 2- Dans les zones anticycloniques tropicales, la température de l'air est plus basse et donc l'évaporation est plus faible.
- 3- Les pluies sont plus importantes dans la zone de convergence intertropicale, ce qui provoque une diminution de la salinité.
- 4- Les vents forts caractéristiques de la zone de convergence intertropicale provoquent un phénomène d'upwelling qui fait remonter en surface de l'eau moins salée.

Éviter les zones à l'abri des vents est la préoccupation de tous les participants. Kito de Pavant, le skipper partenaire des IESO 2017, est resté bloqué durant plusieurs jours dans la zone décrite par les figures ci-dessous (voir version anglaise).

Figure 3 : Carte de situation du concurrent Kito de Pavant (flèche bleue) le 02 décembre 2016. (A) Carte de position indiquant entre autre l'évolution de sa vitesse (en nœuds) sur les dernières 24 heures (distance en mile nautique = 1,85 km). (B) Carte barométrique de la zone de course le 12 décembre 2016. L'intervalle entre deux isobares est de 3 hPa.

Question 5 : Indiquer le problème rencontré par Kito de Pavant dans cette région de la course : (une seule réponse possible)

- 1- Son voilier se situe au centre d'une dépression caractérisée par une absence de vent.
- 2- Son voilier se situe au centre d'un anticyclone caractérisé par une absence de vent.
- 3- Son voilier se situe au centre d'une dépression qui se caractérise par un léger creux dans la surface de l'océan, ce qui gêne la progression du navire.

Page 4 du test anglais

Question 6 : Les vents qui circulent autour d'un anticyclone situé dans l'hémisphère sud ... (plusieurs réponses possibles)

- 1- Tournent dans le sens des aiguilles d'une montre.
- 2- Tournent dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.
- 3- Sont plus forts lorsqu'on se rapproche de l'oeil de l'anticyclone.
- 4- Sont plus faibles lorsqu'on se rapproche de l'oeil de l'anticyclone.

En traversant le passage de Drake, au sud du Cap Horn (pointe Sud de l'Amérique du Sud), le 26/12/2016, les services océanographiques ont enregistré la température et la salinité de l'eau de mer en fonction de la profondeur le long d'un transect entre l'extrémité sud de l'Amérique du sud et l'extrémité nord de la péninsule antarctique.

Figure 4 : Profil d'évolution de la température (A) et de la salinité (B) des eaux océaniques le long d'une coupe correspondant au passage de Drake (visible sur la vignette ronde représentant la planète vue du Pôle Sud).

Page 5 du test anglais

Question 7 : En utilisant la figure 4, à la longitude 62,5°W, on peut dire que... (une seule réponse possible).

- 1- Les deux gradients de température et de salinité sont normaux sur toute la profondeur.
- 2- Seul le gradient de température est anormal au moins dans une zone.
- 3- Seul le gradient de salinité est anormal au moins dans une zone.
- 4- Les deux gradients sont anormaux.

Figure 5 : Profils de température établis sur la période de août 2016 à janvier 2017, le long d'une coupe identique à celle de la figure 4. (Depth = profondeur).

Question 8 : En vous référant aux figures 4 et 5, indiquer les propositions correctes : (plusieurs réponses possibles)

- 1- Au mois d'août, à 3000 m de profondeur, l'eau est plus froide qu'en surface
- 2- La banquise (glace flottante) se situe au large du continent arctique et atteint sur le transect, la longitude 64,5° W au mois d'août 2016
- 3- Au mois de janvier 2017, la banquise (glace flottante) a été plus dense et a donc coulé.
- 4- Les couches profondes de l'hydrosphère sont constituées d'eaux plus froides et plus salées car elles sont plus denses.

Page 6 du test anglais

En passant au large de la Namibie, les voiliers ont croisé un grand nombre de bateaux de pêche se dirigeant vers la côte africaine. En effet il existe des zones très poissonneuses dans cette région.

Figure 6 : (A) vitesse du vent ; (B) température moyenne annuelle de l'eau ; (C) concentration en chlorophylle A. Données concernant le plateau dans la région de la Namibie.

Question 9 : En vous référant à la figure 6, indiquer parmi les propositions suivantes toutes celles qui sont correctes (plusieurs réponses possibles).

- 1- L'eau océanique au large de la Namibie est plus chaude que celle qui est au large.
- 2- Cette anomalie de température le long des côtes namibiennes est due à une remontée d'eau provenant des profondeurs.
- 3- Le moteur de cette remontée d'eau est la différence de température entre les eaux profondes et superficielles.
- 4- Le moteur de cette remontée d'eau est la force des vents en surface.
- 5- La chaleur de l'eau induit une forte productivité primaire qui conduit donc à une chaîne alimentaire riche (chaîne trophique) et donc à l'abondance des poissons.
- 6- La forte productivité primaire est liée à l'augmentation de la quantité des nutriments, ce qui entretient une chaîne alimentaire (chaîne trophique) riche.

Page 7 du test anglais

Question 10 : Le plateau continental angolais et namibien est bien connu pour sa richesse en hydrocarbures (pétrole, hydrates de gaz). La géographie comme les conditions météorologiques et climatiques sont restées à peu près les mêmes depuis plusieurs centaines de milliers d'années. La côte Sud Ouest de l'Afrique est restée désertique. Indiquez les propositions correctes (plusieurs réponses possibles).

- 1- L'abondance de plancton et la richesse de la chaîne alimentaire sont des éléments nécessaires à la formation des hydrocarbures.
- 2- Le pétrole s'est formé au fond de l'océan atlantique et est remonté grâce aux remontées d'eau (upwelling).
- 3- La matière organique provenant du continent (animaux, végétaux morts ...) a sédimenté sur le plateau continental et constitue la principale source d'hydrocarbures.
- 4- La matière organique du plancton qui a sédimenté sur le plateau continental doit se trouver dans des conditions anoxiques pour se transformer en hydrocarbures.

Le skipper, Kito de Pavant, a jeté à la mer une balise GPS nommée IESO2017 au moment où il passait l'équateur (le 17/11/2016). Cette balise flottante, a dérivé uniquement grâce aux courants marins, émettant chaque heure sa position en latitude et longitude.

Figure 7 : Carte de la zone équatoriale de l'Océan Atlantique. Le tracé noir correspond au déplacement de la balise IESO2017 au cours de la période du 17 novembre au 01 décembre 2016. La balise a été larguée au moment du franchissement de la ligne équatoriale par le skipper Kito de Pavant. Les couleurs indiquent la force des courants, les flèches en précisent le sens. Le courant qui apparaît sur cette carte est nommé courant équatorial. (Dropping Buoy = largage de la bouée ; Current = courant)

Page 8 du test anglais

Question 11 : En vous référant à la figure 7, lesquelles de ces propositions sont correctes (plusieurs réponses possibles)

- 1- Le courant porteur de la balise est créé par les vents Alizés de l'hémisphère sud.
- 2- Le courant porteur de la balise est créé par la différence de température entre l'est et l'ouest de l'Atlantique.
- 3- Le courant porteur de la balise est créé par la différence de salinité de l'eau entre l'est et l'ouest de l'Atlantique.
- 4- Le courant porteur de la balise est créé par la différence de hauteur de l'océan entre l'est et l'ouest de l'Atlantique.
- 5- Le sens du courant porteur de la balise est influencé par la force de Coriolis.

Figure 8 : Carte montrant la fin du trajet de la balise entre le 15 décembre 2016 et le 04 janvier 2017. Chaque point correspond à sa position quotidienne à heure fixe (minuit).

Question 12 : En analysant le trajet de la balise se rapprochant de la côte sud américaine (figure 8), choisissez la réponse correcte : (une seule réponse possible)

- 1- La vitesse est constante et la trajectoire devient parallèle à la côte.
- 2- La vitesse est constante et la trajectoire n'est pas influencée par l'approche de la côte.
- 3- La vitesse diminue à l'approche de la côte en raison de l'arrivée d'eau douce dont le courant s'oppose au courant océanique.
- 4- La vitesse diminue à l'approche de la côte en raison de la diminution de la profondeur d'eau.
- 5- La vitesse augmente à l'approche de la côte en raison de l'arrivée d'eau douce dont le courant s'oppose au courant océanique.
- 6- La vitesse augmente lorsque la balise approche la côte en raison de la diminution de la profondeur de l'eau.

Page 9 du test anglais

Figure 9 Trajectoire de la balise au contact de la côte sud américaine. La période de relevé des mesures de géolocalisation est de une heure.

Question 13 : En vous référant à la figure 9, choisissez la proposition qui décrit le mieux le comportement de la balise. Le phénomène observé semble être périodique avec une période moyenne de ... (une seule réponse possible)

- 1- 6 heures
- 2- 12 heures
- 3- 24 heures

Question 14 : Parmi les causes possibles indiquées ci-dessous, choisissez la plus probable. Ce type particulier de trajectoire est dû à ... : (une seule réponse possible)

- 1- Des courants de turbulence dus à des différences de salinité entre l'eau d'origine continentale et l'eau du large.
- 2- Des courants de turbulence dus à des différences de température entre l'eau d'origine continentale et l'eau du large.
- 3- Des courants de marée.

Page 10 du test anglais

SECTION 2 : LES PIEDS SUR TERRE, LA TETE DANS LES ETOILES

Lors de sa course, le skipper Kito de Pavant a eu l'occasion d'observer différentes phases de la Lune. Comment comprendre ce qu'il a pu voir ?

Figure 10 : (A) Position du skipper Kito de Pavant au cours du mois de novembre 2016. (B) Associés à sa position, les représentations de la Lune tel que le skipper pouvait l'observer.

Figure 11 : Phases de la Lune en fonction des positions des 3 astres (lune, soleil, Terre).

Midnight = minuit ; noon= midi ; sunbeam = rayon du soleil

Question 15 : Voir figure 11. Dans la nuit du 07 au 08 novembre, la position de la Lune dans le référentiel Terre-Soleil correspondait à la position... (une seule réponse possible).

- 1- A
- 2- B
- 3- C
- 4- D

Page 11 du test anglais

Question 16 : Dans la nuit du 14 au 15 novembre, la lune est passée à 90°. Cette situation... (plusieurs réponses possibles)

- 1- N'est perçue que lorsqu'on se situe entre les tropiques.
- 2- N'est possible que lorsque la Lune est pleine.
- 3- Se produit n'importe où sur Terre à chaque fois que la Lune est pleine.
- 4- Est très rare, cela ne se produit au mieux que deux fois par an en un lieu donné.

Question 17 : On remarque une grande similitude entre la Lune observable par le skipper dans la nuit du 07 novembre et dans la nuit du 22 novembre. Cela est dû à... (une seule réponse possible)

- 1- La période synodique de révolution de la Lune de l'ordre de 14 jours.
- 2- La période sidérale de révolution de la Lune de l'ordre de 28 jours. Donc on retrouve une même phase à mi-période soit 14 jours.
- 3- Il s'agit d'un premier et d'un dernier quartier. Ils apparaissent identiques car ils ne sont pas observés depuis le même hémisphère.
- 4- Il s'agit d'un premier et d'un dernier quartier. Ils apparaissent identiques car ils ne sont pas observés au même moment de la nuit.

Question 18 : La pleine lune du 14 novembre était observable de 18h à 6h. Choisissez la proposition correcte (Une seule réponse possible) :

- 1- C'est toujours le cas pour une pleine lune.
- 2- C'est très rare, le plus souvent elle est observable à partir de midi.
- 3- C'est uniquement parce que l'on est proche de l'équateur.

Figure 12 : Nombre de cratères (density) à la surface de la lune et âge de la surface (en milliards = billion d'années). La courbe en pointillé est la meilleure extrapolation obtenue à partir des données d'observations (rectangles légendés).

Page 12 du test anglais

Question 19 : La figure 12 indique une relation hyperbolique entre la densité des cratères lunaires et l'âge de la surface impactée. Lesquelles des variables suivantes influent sur l'allure exacte de cette relation inverse ? (Plusieurs réponses possible)

- 1- La quantité décroissante de bolides (objets impactants) depuis le début de l'histoire du système solaire.
- 2- La tectonique qui renouvelle la surface d'une planète.
- 3- La distance de la planète aux ceintures d'astéroïde et de Kuiper.
- 4- La période de révolution et la période de rotation de la planète considérée.
- 5- La température de la surface impactée.
- 6- La taille de la planète impactée.

Figure 13 : Situation de la Kasei Valles sur la planète Mars. (A) Image satellitaire de la région. Le cratère Sharonov a un diamètre de 100km. (B) Image topographique de la même région.

Question 20 : La rivière qui a creusé Kasei Valles au point X s'écoulait vers : (une seule réponse)

- | | |
|------------|------------------|
| 1- Le Sud | 5- Le Sud-Est |
| 2- Le Nord | 6- Le Nord-Ouest |
| 3- L'Est | 7- Le Sud-Ouest |
| 4- L'Ouest | |

Question 21 : Sur la photographie de Kasei Valles, de petites trainées apparaissent associées aux petits cratères entourés dans le cadre rouge de la figure 13 A. L'explication retenue est la présence de vents. Quelles sont leurs directions ? (Une seule réponse)

- 1- Vers l'ouest et le nord-ouest.
- 2- Vers l'ouest et le sud-ouest.
- 3- Vers l'est et le nord-est.
- 4- Vers l'est et le sud-est.

Page 13 du test anglais

Question 22 : Sur la figure 13, on identifie les évènements géologiques suivants :

- A- Ecoulement de la rivière B- Petits cratères C- Grand cratère au Nord-Ouest**
D- Fracture au Nord E- Trainées d'origine éolienne

Parmi les successions d'évènements ci-dessous (chronologie relative du plus ancien au plus récent), choisissez la proposition correspondant à l'ordre correct : (Une seule réponse)

- 1- A / B / C / D / E 3- D / C / A / B / E
2- A / C / D / E / B 4- C / D / B / E / A

Figure 14 : Image satellitaire de la région martienne baptisée Sonia Planum ; Image acquise par Mars Orbiter Camera (MOC) de la mission Mars Global Surveyor (MGS).

Question 23 : Voir Figure 14. Choisissez l'ordre correct d'apparition des cratères du plus ancien au plus jeune. (Une seule réponse)

- 1- A / B / C / D / E / F 5- A / E / F / B / D / C
2- E / F / D / C / B / A 6- C / D / B / F / E / A
3- C / D / B / A / E / F 7- D / A / E / C / B / F
4- F / E / A / B / D / C 8- B / D / E / F / A / C

Question 24 : Il y a moins de cratères sur Venus, la Terre et Mars, par rapport à la Lune ou Mercure.... (Une seule réponse)

- 1- Parce qu'il y a eu moins de météorites qui ont percuté ces planètes.
2- À cause du volcanisme qui a régénéré les surfaces.
3- Parce que la Terre a été protégée par la Lune.
4- À cause de l'érosion.

Page 14 du test anglais

Figure 15 : Diagramme présentant l'échelle de Hugues. Le diagramme indique la relation entre la masse des corps, du diamètre de cratère et la fréquence de ces évènements (Cumulative flux = flux cumulé). Les valeurs indiquées concernent des bolides (bodies) croisant la Terre à une vitesse voisine de 15,4 km/s. Source : Hugues (1991) Space Sciences Reviews.

Question 25 : Selon l'échelle de Hugues (Figure 15), un corps (bolide) créant un cratère de 5 km de diamètre sur Terre correspond à une masse de : (une seule réponse)

- 1- 100 Kilotonnes
2- 0,1 Mégatonne
3- 10 Mégatonnes
4- 1 Gigatonne

Question 26 : Un tel corps impacte la Terre avec une fréquence de :

- 1- Une fois par siècle.
- 2- Une fois tous les 10 000 ans.
- 3- Une fois par million d'années.

Question 27 : Choisissez les facteurs qui conditionnent la taille d'un cratère d'impact sur la Terre. (Plusieurs réponses possibles)

- 1- La forme du (corps) bolide.
- 2- La masse du (corps) bolide.
- 3- La teneur en glace du bolide (corps).
- 4- La vitesse du bolide (corps).
- 5- La densité de la forêt à l'endroit de l'impact.
- 6- La météo.

Question 28 : Voir Figure 15. Un impact de magnitude $M=5.5$ à moins de 100 km de la station sismologique induit des vibrations de trop grande amplitude pour être enregistrées précisément (phénomène de saturation). Le fréquence annuelle d'impacts de magnitude M sur Mars est notée R et s'exprime par la formule $R(M) = 100 \times 10^{(3.5-M)}$ et le rayon de la planète Mars est de 3376 km. Calculer la probabilité annuelle pour qu'un tel évènement survienne. (Une seule réponse possible)

- 1- 2,9%
- 2- 100%
- 3- 33%
- 4- 0,02%

Page 15 du test anglais

SECTION 3 : UN SURPRENANT SATELLITE DE SATURNE

Encélade est un des sept satellites majeurs de Saturne. Le tableau 1 présente quelques caractéristiques remarquables de ce corps. Notons que sa surface extrêmement claire a facilité l'observation de reliefs complexes, reflets d'une géologie difficilement explicable pour un objet de cette taille. Le but est d'étudier l'éventualité d'une activité géologie actuelle.

Tableau 1 – Paramètres physiques et chimiques d'Encelade (voir version anglaise)
Density = Masse Volumique

Question 29 : Considérant qu'Encélade a connu une période de différenciation, calculer le rayon du noyau silicaté de ce satellite : (une seule réponse)

- 1- 85 km
- 2- 100 km
- 3- 115 km
- 4- 140 km

Figure 16 : Image satellitaire obtenue par la sonde Cassini au cours de son survol d'Encélade le 14 juillet 2005 à 1000 km d'altitude (source : planet-terre.ens-lyon). La **zone A** désigne la majeure partie de la planète, marquée par de nombreux cratères d'impact. La **zone B** correspond au pôle Sud du satellite. Un relief y est perceptible et de nombreuses rides y sont visibles.

© 2005 NASA/JPL/Space Science Institute

Le zoom présenté dans le cadre de la figure 16 indique que les structures de la zone B recoupent les cratères. La zone B est donc plus récente comme le suggère l'absence de cratère. Les scientifiques émettent comme hypothèse qu'il doit exister une activité interne renouvelant régulièrement une partie de la surface d'Encélade.

Page 16 du test anglais

Question 30 : Par analogie avec ce qui se passe sur Terre, identifier les paramètres qui permettraient de révéler une activité interne actuelle sur Encélade. (Plusieurs réponses possibles)

- 1- La pression atmosphérique mesurable à la surface de la planète depuis la sonde.
- 2- La température de surface mesurable depuis la sonde.
- 3- La chimie de surface pour détecter d'éventuelles roches volcaniques.
- 4- Un champ magnétique.

Au regard des caractéristiques d'Encélade, la seule énergie qui doit pouvoir entretenir une tectonique semble être l'énergie solaire. Les documents ci-dessous (voir version anglaise) présentent quelques précisions sur son état thermique.

Figure 17 : (A) Modèle thermique hypothétique d'Encélade dans lequel on considère que le Soleil est la seule source d'énergie du corps satellitaire. (B) Carte thermique de surface observée par le spectromètre infra-rouge de la sonde Cassini. (C) Image thermique infra-rouge au voisinage d'une des nombreuses rides observable au pôle Sud d'Encélade. La couleur dépend de la cristallinité de l'eau. L'apparence blanche correspond à de la glace amorphe. La glace devient amorphe lorsqu'elle est soumise à une exposition prolongée à un rayonnement UV. L'apparence bleue correspond à de la glace sous forme cristallisée issue de la solidification d'eau liquide.

© 2005 NASA/JPL/Space Science Institute

Question 31 : Voir figure 17. La comparaison entre le modèle hypothétique et les données spectrométriques suggère que... : (une seule réponse possible)

- 1- L'unique source de chaleur du satellite est le Soleil.
- 2- Le Soleil est trop éloigné et n'a aucune influence sur la température d'Encélade.
- 3- Il existe une source de chaleur significative à l'équateur du Satellite.
- 4- La source solaire impacte la température superficielle d'Encélade mais il existe une autre source de chaleur localisée au pôle Sud.

Page 17 du test anglais

Question 32 : Les nombreuses rides de surface au niveau du pôle Sud sont corrélées avec des anomalies thermiques détectables. Cette observation permet de déduire que les rides sont... (Une seule réponse possible) :

- 1- Des structures tectoniques récentes rendues visibles par la présence d'eau liquide récemment solidifiée.
- 2- Des structures tectoniques récentes dont l'anomalie thermique ne permet pas d'obtenir d'eau liquide.
- 3- Des structures très anciennes, témoins de l'érosion provoquée par un écoulement passé d'eau à la surface du satellite.
- 4- Des cours d'eau actuels à la surface du satellite.

La sonde Cassini a survolé le mystérieux pôle Sud d'Encélade pour effectuer des mesures chimiques. Pour cela, elle a activé son spectromètre de masse (INMS = Ion Neutral Mass Spectrometer) pour détecter l'eau à l'état gazeux ainsi que son détecteur de particules pour détecter les particules d'eau solide (CDA = Cosmic Dust Analyzer).

Figure 18 : Graphique indiquant les mesures effectuées par les instruments embarqués à bord de la sonde Cassini. La vignette indique le plan de survol de la sonde à proximité du pôle Sud. Le point CA (closest approach) est le point de passage de la sonde le plus proche du sol. Les points jaunes correspondent aux mesures de l'INSMSS (eau), les points bleus à la densité des particules.

Modifié à partir de NASA/JPL/University of Michigan/Max Planck Institute 2005 ©

Abscisse : temps relatif par rapport au point le plus proche CA

Ordonnées: en jaune, densité de l'eau ; en bleu, densité des particules exprimée en unités arbitraires

Question 33 : Voir Figure 18. Les mesures de la sonde Cassini indiquent que... (plusieurs réponses possibles)

- 1- La sonde enregistre une présence homogène de particules et de vapeur d'eau le long de son trajet.
- 2- La sonde enregistre une zone diffuse (de plus de 100km) où particules et vapeur d'eau sont détectées en forte concentration. La zone correspond à la position la plus basse de la sonde.
- 3- La sonde enregistre une zone resserrée où vapeur d'eau et poussières sont fortement concentrées. La zone correspond à une zone à proximité de l'anomalie thermique du pôle Sud.
- 4- En dehors de la zone de haute concentration, il existe toujours une petite quantité de vapeur d'eau et de particules. Encélade possède une atmosphère mince.

Document 19 : Diagramme montrant les changements de phase d'un mélange H_2O-NH_3 . Le mélange est un mélange eutectique ; un tel mélange de deux corps purs se comporte comme un seul corps pur au cours de ces changements d'état. La pression à laquelle est réalisée l'expérimentation correspond à celle à la surface du satellite.
© 2005 NASA/JPL/Univ. Michigan/Max Planck Institute.

Molar percentage = pourcentage molaire; Ice=glacé; Melt=mélange de glace et de liquide.

Question 34 : Voir Figure 19. Choisissez le mélange qui correspond à la température minimale à laquelle la fusion peut se produire.

- 1- Un mélange contenant 90% d'ammoniac et 10% d'eau
- 2- Un mélange contenant 35% d'ammoniac et 65% d'eau
- 3- Un mélange contenant 65% d'ammoniac et 35% d'eau
- 4- Un mélange contenant 80% d'ammoniac et 20% d'eau

Question 35 : La température de fusion minimale déduite de la figure 19 est-elle compatible avec les conditions d'Encélade ? (plusieurs réponses possibles)

- 1- La température moyenne mesurée à la surface d'Encélade permet la fusion du mélange eau-ammoniac.
- 2- La température mesurée très localement au niveau des anomalies du pôle Sud permet l'apparition rapide de liquide.
- 3- Aucune condition en surface d'Encélade ne permet l'apparition de liquide contenant de l'eau.
- 4- La présence d'eau projetée dans l'atmosphère indique que des conditions internes doivent permettre l'apparition d'eau à l'état liquide ou gazeux.

Page 19 du test anglais

Figure 20 : Photographie d'une éruption cryo-volcanique à la surface d'Encélade. (« cryo » signifie glace). Les analyses indiquent que de la glace et de l'eau sous forme de vapeur sont éjectées.

Question 36 : voir Figure 20. Parmi les phrases de conclusion ci-dessous, lesquelles sont justifiées ? (Plusieurs réponses possibles)

- 1- La partie Nord est marquée par un volcanisme ancien, la partie Sud par un ancien océan.
- 2- La surface d'Encélade est hétérogène. Cela montre que le rayonnement solaire a effacé les cratères en provoquant un changement d'état de la glace qui reforme une surface lisse.
- 3- La surface d'Encélade indique que seule une partie de l'hémisphère Sud est récente. Elle est aujourd'hui gelée et va peu à peu accumuler des cratères d'impact.
- 4- La surface d'Encélade indique une forme de volcanisme très particulier au niveau du pôle Sud. De la vapeur d'eau est éjectée dans l'atmosphère et de l'eau liquide se répand à la surface pour s'y solidifier.
- 5- La partie Sud du satellite est marquée par une tectonique active entretenue par une source d'énergie interne non expliquée.
- 6- En dépit de sa taille, Encélade possède une atmosphère qui est maintenue par le cryo-volcanisme.