

LES ANIMAUX DU FUTUR

Dossier enseignant



Ce Guide a été conçu et réalisé par le CRDP de Poitou-Charentes, en collaboration avec Anne Richard, professeur de SVT au collège Pierre Mendès France de La Rochelle (17).

L'objectif général est de vous fournir des pistes de travail, des propositions d'activités dont vous pourrez vous inspirer pour conduire un projet pédagogique ou tout simplement pour donner un sens à la visite de votre classe au Futuroscope, pour qu'elle devienne une étape dans un processus plus général d'apprentissage.

SOMMAIRE

Présentation de l'attraction ____ p. 2

Présentation du Guide _____ p. 4

Points d'entrée dans les programmes _____ p. 4

Éléments de corrigés des fiches d'activités
et informations complémentaires _____ p. 5

Ressources documentaires ____ p. 13

Conception des milieux de vie
et des espèces animales _____ p. 13

La technique de la réalité augmentée _____ p. 14

Présentation des animaux du futur _____ p. 17

Lexique _____ p. 20

Pour en savoir plus : quelques pistes
bibliographiques et webographiques _____ p. 20

Fiches d'activités _____ p. 21

PRESENTATION DE L'ATTRACTION

LES ANIMAUX DU FUTUR

En avril 2008, le Futuroscope présente, dans un nouveau pavillon, une expérience unique au monde, *Les Animaux du Futur*, qui associe la technologie avancée de la réalité augmentée à un scénario possible d'évolution des espèces. Cette nouvelle attraction invite à un safari original dans le futur, à la rencontre d'animaux étonnants en 3D avec lesquels les visiteurs interagissent, devenant ainsi les acteurs d'un monde qui mélange réel et virtuel.

Avec *Les Animaux du Futur*, le Futuroscope invente une nouvelle forme de divertissement et signe une expérience à la croisée du futur et des technologies de l'image.

L'attraction proprement dite, d'une durée de 6 minutes, est **une expérience interactive** qui, par son aspect ludique, sert de déclencheur, d'incitation à la curiosité et au désir d'en savoir plus. Elle est **suivie d'une salle d'exposition** qui permet de donner des explications aux questions que se posent les jeunes à propos des animaux du futur qu'ils ont vu évoluer durant le spectacle et de leur faire **comprendre la différence entre un essai scientifique d'anticipation et de la science-fiction**.

Dans le chapitre Ressources Documentaires, retrouvez une présentation de la réalité augmentée et du modèle scientifique des animaux du futur.

Une incroyable machine à voyager dans le temps

Par écran interposé, **Jamy Gourmaud** (animateur de l'émission *C'est pas sorcier*) accueille les visiteurs. Il leur explique ce que va être le voyage et qui sont ces fameux animaux du futur. Les visiteurs embarquent ensuite, par groupes de douze, à bord de véhicules d'expédition et remontent le temps au fil d'un parcours dont les tableaux mêlent décors réels et animaux virtuels. Equipés d'un bracelet-captur et de jumelles de réalité augmentée, les explorateurs en herbe découvrent les



paysages de rocaille, les fonds marins, les forêts impénétrables et leurs habitants des millénaires à venir. Durant le safari, les visiteurs peuvent interagir avec des animaux, en les nourrissant ou en jouant avec eux, tout en écoutant les indications de leur guide, Jamy, qui les renseigne également sur le contexte de ce voyage dans le temps et sur les animaux.

Un espace riche en contenu documentaire



La **salle d'exposition** qui succède à l'attraction a été conçue sous la direction scientifique de **Christiane Denys** du **Muséum national d'Histoire naturelle**. Elle offre des explications sur les animaux du futur qui ne sont pas une pure fiction mais une réflexion sur l'évolution des espèces, évolution intimement liée aux soubresauts tectoniques et climatiques de la planète. L'exploitation de cet espace, organisé comme un parcours qu'emprunte le visiteur pour sortir, peut se faire à deux vitesses selon l'âge des élèves :

- **pour les plus jeunes**, une lecture rapide est proposée, basée essentiellement sur la vision d'objets ;

- **pour les plus grands**, une lecture plus approfondie peut être permise à partir des informations vidéo complémentaires.

Le parcours est organisé de façon à développer un raisonnement logique ; il apporte un éclairage sur l'évolution des espèces et les liens entre passé et futur.

A l'entrée, **une salle** permet de regrouper les élèves au fur et à mesure de l'arrivée des véhicules de l'attraction et de faire le constat suivant : **notre planète est en perpétuelle évolution**, sa surface est animée de mouvements, les climats évoluent, certaines espèces ont disparu, d'autres apparaissent.

Naissance
de la Terre



Pangée I



La Terre aujourd'hui

Et demain ?

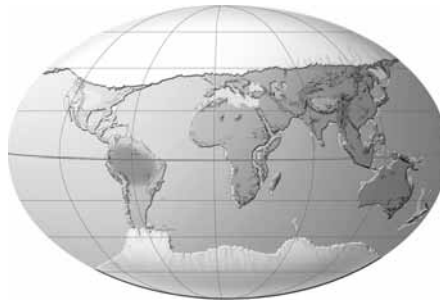
Le passage dans un **couloir de transition** permet de comprendre que **d'autres espèces arrivent à traverser les temps géologiques : on les appelle les fossiles vivants.**

Derrière un écran de brouillard, simulant la frontière avec le monde futur, les visiteurs explorent ensuite trois espaces successifs correspondant chacun à une époque : + 5 Ma, + 100 Ma et + 200 Ma.

Dans chaque espace, **une mappemonde** illustre la répartition des continents à la surface du globe et la situation géo-climatique de l'époque... Pour chaque époque, **plusieurs animaux sont représentés à l'échelle** (voir ci-dessous). Ce sont soit des animaux du futur, soit des animaux paléontologiques, issus du Muséum national d'Histoire naturelle. Les animaux du présent ne sont pas matérialisés, ils sont visibles sur des écrans vidéo. Chaque animal passé ou actuel présenté a pour but d'expliquer la genèse d'un animal du futur.

Pour la période « + 5 millions d'années »

- **l'animatronic* du caracoureur** de la zone des prairies (deux autres animaux de cette zone, rencontrés dans l'attraction, sont présentés sur écran vidéo avec leur genèse) ;
- **un squelette de smilodon*** pour la zone glaciaire, non visitée lors de l'expédition (vidéo et genèse de trois autres animaux de ce milieu : le *sabre des neiges*, le *fou-baleine* et le *rat à toison*).



Pour la période « + 100 millions d'années »

- **l'animatronic* du tortunosauure** de la zone marécageuse (vidéo et genèse d'un autre animal de cette zone : le *poisson guetteur*) ;
- **un squelette de coelurosauure*** (dinosaur ancêtre des oiseaux), pour expliquer la genèse du *grand planeur bleu* de la zone des hauts plateaux désertiques (vidéo et genèse d'un autre animal de ce milieu : le *cochonnet des monts*).



Pour la période « + 200 millions d'années »

- un *oisson* qui plonge dans l'océan ;
- **une empreinte d'ichtyosaure*** pour expliquer la genèse de l'*oisson* qui survole l'océan global (vidéo et genèse de deux autres animaux de cette zone : le *requin-lumière* et le *calmar arc-en-ciel*).



*Les mots suivis d'un astérisque sont expliqués dans le lexique page 20.

PRÉSENTATION DU GUIDE

Le thème du futur est, et a toujours été, d'une richesse exceptionnelle, car fortement ancré dans l'imaginaire collectif, et plus particulièrement dans celui des jeunes.

L'exploitation pédagogique qui peut en être faite dépasse largement les programmes disciplinaires (sciences expérimentales et technologiques à l'école primaire, SVT et histoire-géographie au collège, français ; voir détails ci-dessous).

On peut imaginer bien des **projets pluridisciplinaires**, associant, en plus des SVT et de l'histoire-géographie, le français, les arts plastiques, la technologie, les mathématiques, la physique-chimie, voire même l'anglais.

Au collège, cela peut facilement se concrétiser par un projet de classe motivant pour les élèves qui permet, en plus de l'acquisition des savoirs, de faire appréhender la cohérence et la globalité de leurs apprentissages disciplinaires.

Les points d'entrée de cette thématique sont donc multiples et complexes.

Citons à titre d'exemples (cette liste n'est en aucun cas exhaustive) :

- A quoi ressemblera notre planète dans quelques millions d'années ? Sommes-nous la première génération à imaginer le futur ?
- Comment les experts prévoient-ils le futur ? Quelle part donner aux calculs scientifiques et à l'imagination dans ces prévisions ?
- Qu'est-ce qu'un modèle scientifique ? Quelles en sont les limites ?
- Qu'est-ce que l'évolution et comment la comprendre ? En quoi le passé peut-il renseigner sur le futur ?

Ce Guide propose :

- Des suggestions d'activités répondant à quelques-unes des problématiques énoncées ci-dessus.
- Des ressources documentaires permettant à l'enseignant non spécialiste de se familiariser avec le thème, une présentation de chaque animal du futur, un lexique.
- Une bibliographie, une webographie.

FICHES D'ACTIVITÉS

Les fiches d'activités sont destinées à être remplies par les élèves, **elles sont donc photocopiables**. Les différentes activités sont réalisables **individuellement** ou en **petits groupes**. Elles s'adressent, selon les thématiques retenues, à des niveaux de classe variés, mais la plupart d'entre elles peuvent être pratiquées par des jeunes d'âges très différents : il appartient à chaque enseignant de les adapter à son public et, si besoin est, à sa démarche, sa stratégie, le cheminement proposé ici pouvant servir de piste.

Seules **quelques activités** pourront être réalisées **pendant la visite** (fiches 3, 4 et 6). D'autres nécessitent une **recherche documentaire préalable** (fiches 1 et 2) **ou postérieure à la visite** (fiche 5). Ceci permettra, d'une part, l'acquisition d'un certain nombre de compétences spécifiques et générales décrites dans les programmes officiels, les thèmes de convergence et le socle commun des connaissances et, d'autre part, la validation de certains items du B2i. Le mode d'utilisation de ces fiches est laissé, bien sûr, à l'initiative des enseignants.

Les points d'entrée dans les programmes

Ecole élémentaire – cycles 2 et 3

Géographie :

Continents et océans. Diversité des milieux (formes de végétation, vie animale). Repérage sur des cartes de grands ensembles géographiques.

Sciences expérimentales et technologiques :

Unité et diversité du monde vivant : grandes étapes de l'évolution de l'histoire de la Terre, notion et trace de l'évolution des êtres vivants (fossiles).

Français :

Lectures de récits, description d'images.

Collège

Géographie :

6^e : Les grands domaines climatiques et biogéographiques.

Sciences de la Vie et de la Terre :

6^e : Caractéristiques de l'environnement proche et répartition des êtres vivants. Peuplement d'un milieu. Origine de la matière des êtres vivants. Diversité, parenté et unité des êtres vivants.

5^e : Respiration et occupation des milieux de vie. Géologie externe : évolution des paysages (les roches sédimentaires, archives des paysages anciens).

4^e : L'activité interne du globe. Reproduction sexuée et maintien des espèces dans le milieu.

3^e (rentrée 2008) : Evolution des organismes vivants et histoire de la Terre. Responsabilité humaine.

Mathématiques :

6^e : Echelles.

3^e : Vecteurs.

Arts plastiques :

Lire et faire des images.

Physique-chimie :

5^e : Changements d'état.

3^e : Vitesse.

Technologie :

Visualisation d'images de représentation 3D.

Français :

5^e, 4^e : Étude de la science-fiction comme genre littéraire.

B2i :

Domaines 1 à 4.

Thèmes de convergence :

E.D.D.

Socle commun des connaissances et des compétences

Culture scientifique et technologique :

Connaître les caractéristiques du vivant : [...] évolution des espèces.

Pratiquer une démarche scientifique : [...] modéliser de façon élémentaire.

Développer la curiosité pour la découverte des causes des phénomènes naturels, l'imagination raisonnée.

Maîtrise de la langue.

Maîtrise d'une langue étrangère.

Lycée

Sciences de la Vie et de la Terre :

2^{nde} : La Terre et son environnement. Cellule, ADN et unité du vivant.

1^{ère S} : Structure, composition et dynamique de la Terre.

Terminale S : Couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps.

Enseignement de spécialité : Du passé géologique à l'évolution future de la planète.

ÉLÉMENTS DE CORRIGÉS ET D'INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

Les corrigés des fiches d'activités contenant des cartes sont disponibles sur education.futuroscope.com

Fiche 1

LE DÉPLACEMENT DES CONTINENTS

Cette fiche, conçue pour le **primaire et le début du collège**, a pour objectif de faire appréhender aux plus jeunes l'évolution du visage de la Terre. Elle ne fait volontairement pas apparaître les plaques tectoniques, concept plus complexe et moins accessible que celui des continents. A partir de la 4^e, les cartes pourront avantageusement être remplacées par des cartes faisant apparaître les plaques tectoniques et les dorsales. Pour cela, un espace est disponible au niveau des légendes.

Retrouvez les notions abordables avec les plus jeunes et des éléments de réponse à leurs questions **en tramé** ; elles sont complétées par des informations pour les plus grands.

Question 1

La Pangée est le nom donné par Alfred Wegener au supercontinent qui rassemblait, il y a environ 300 Ma, la quasi-totalité des terres émergées. L'origine de ce mot est grecque, « pan » voulant dire « tout » et « gè » signifiant la Terre. Ce supercontinent primitif était entouré d'un océan unique appelé Panthallassa, « thalassa » signifiant « mer » en grec ancien. Entre -300 et -200 Ma, la Pangée a commencé à se déchirer en surface, à cause de mouvements tectoniques (formation de rifts). Il y a environ 200 Ma, ce supercontinent, toujours à cause de ces mouvements tectoniques, se sépare en deux blocs distincts :

- **le Gondwana** au sud (futurs Afrique, Amérique du Sud, Antarctique, Inde, Océanie),

- **la Laurasia** au nord (futurs Amérique du Nord et Eurasie) par l'ouverture d'un océan aujourd'hui disparu, **l'océan Thétys** (dont on voit actuellement des restes du socle océanique dans la chaîne de l'Himalaya).

Question 2

La Terre s'est formée il y a environ 4,5 milliards d'années (Ga), juste après la formation du système solaire, il y a 4,6 Ga. La Terre aurait été formée par l'agglomération de matériaux plus ou moins gros gravitant autour du Soleil en formation. A sa naissance, la surface de la Terre en fusion avait une température d'environ 2000°C et une structure de deux couches seulement (structure actuelle en trois couches : croûte, manteau supérieur et inférieur, noyau externe et interne). C'est entre -3,8 et -3,6 Ga que la structure actuelle, avec une croûte rigide recouverte d'un océan primitif (traces de vie), a commencé à apparaître.

Question 3

Dans l'histoire de la Terre, il y a eu la Pangée, il y a environ 300 Ma. Mais un autre supercontinent appelé **Rodinia** a existé, il y a 1,1 Ga. Ce supercontinent, beaucoup plus ancien, s'est scindé en 8 morceaux, il y a environ 750 Ma, qui se sont de nouveau réunis lors de la formation de la Pangée. Ce cycle d'unification, fracturation et réunification des continents s'appelle le « **cycle de Wilson** ».

Question 6a

La vignette « B » correspond à la Terre il y a 200 Ma, « C » il y a 135 Ma et « A » il y a 65 Ma.

Question 6b

Entre la Pangée et - 200 Ma

Il y a eu « **ouverture** » de l'océan Atlantique central (d'où séparation de l'Amérique du Nord du supercontinent) et « **ouverture** » de l'océan Indien (d'où séparation de l'Antarctique et de l'Indo-Australie du supercontinent) dues, dans un premier temps, à la création d'un rift puis, dans un second temps, au fonctionnement de la dorsale médio-océanique du futur océan Atlantique Nord. Du fait du fonctionnement de cette dorsale atlantique qui repousse l'Afrique vers le nord-est, l'Afrique commence à remonter vers l'Eurasie entraînant le début des déformations de la future chaîne alpine.

Entre - 200 et - 135 Ma

Il y a eu « **fracturation** » (rift) entre l'Afrique et l'Amérique du Sud ; « l'ouverture » de l'océan Atlantique s'accélère et progresse vers le nord, l'Inde commence sa remontée vers l'Eurasie, due au fonctionnement de la dorsale médio-océanique du futur océan Indien. Du fait du rétrécissement de l'océan Thétys (à cause de l'ouverture de l'océan Atlantique et de l'océan Indien), le continent américain commence à se plisser par l'ouest, ce qui entraîne des déformations des futures chaînes Sierra Nevada et Cordillère des Andes.

Entre - 135 et - 65 Ma

Il y a eu « **ouverture** » de l'océan Atlantique Sud, d'où séparation de l'Afrique et de l'Amérique du Sud, due au fonctionnement de la dorsale médio-océanique du futur océan Atlantique Sud, et « **début d'ouverture** » de l'océan Pacifique Sud, due au fonctionnement de la dorsale océanique des futurs océans Arctique et Pacifique Sud.

Question 7

L'enveloppe superficielle de la Terre est rigide ; elle porte le nom de **lithosphère**. Épaisse d'une centaine de kilomètres, elle est formée de la croûte (en surface) et de la partie rigide du manteau supérieur. Elle repose sur une enveloppe plus visqueuse du manteau supérieur appelée **asthénosphère**. Comme le sommet de l'asthénosphère est moins rigide que la lithosphère, les plaques lithosphériques rigides peuvent alors glisser sur elle.

Comme pour tout mouvement, ces déplacements nécessitent de l'énergie. L'augmentation de la température avec la profondeur témoigne que cette énergie vient de l'intérieur de la Terre. En effet, le centre de notre planète renferme des matériaux radioactifs qui se désintègrent en dégageant une grande quantité d'énergie. Cette chaleur est transmise jusqu'à la surface par des mouvements de convection au sein des roches. Les régions du

globe où cette matière chaude remonte vont être à l'origine de mouvements d'écartement, car de la matière moins dense va venir en surface créer de la lithosphère nouvelle. Au contraire, les zones plus froides, c'est-à-dire plus denses, vont avoir tendance à « plonger » dans l'asthénosphère et être à l'origine de mouvements de rapprochement. Cela explique l'ouverture et la fermeture des socles océaniques et le mouvement des continents qui y sont accrochés.

Questions 8, 9a et 9b

Au vu des **mouvements tectoniques** actuels, on peut calculer les vitesses des mouvements des plaques les unes par rapport aux autres, trouver leur direction de déplacement et faire des simulations sur les trajectoires (vecteurs), ce qui permet de connaître leur place assez précisément dans le futur.

Cinq millions d'années ne représentent qu'une fraction infime de la durée de la vie de notre planète. Peu de changements tectoniques auront eu le temps de se dérouler. On peut alors supposer essentiellement deux choses :

- l'actuelle Mer Rouge aura terminé de séparer l'Arabie (la plaque arabique) de l'Afrique (la plaque africaine) en continuant de s'élargir et de progresser vers le nord ;
- l'actuel rift est-africain aura donné naissance à un début de mer : création d'une croûte océanique (dorsale), dans le prolongement vers le sud de la mer Rouge, isolant ainsi une partie de l'actuelle Afrique de l'est (est de l'Éthiopie, du Kenya, de la Tanzanie...) du reste de l'Afrique.

Aussi, les principaux changements du contour des continents, observables sur la carte + 5 Ma, ne sont pas attribuables à la tectonique, mais plutôt à l'abaissement du niveau des océans (voir fiche 2).

Cent millions d'années est une période suffisamment longue pour que d'importants changements géographiques dus aux mouvements tectoniques aient lieu. Les calculs scientifiques permettent de prévoir que :

- l'Océanie, en remontant vers le nord, aura fusionné avec l'Eurasie par collision, créant une très importante chaîne de montagnes au milieu de laquelle se trouvera une vaste région de hauts plateaux ;
- l'Antarctique aura aussi migré vers le nord ;
- une partie de l'Afrique aura fusionné avec l'Eurasie par subduction.

Cependant, une grande partie des changements géographiques du contour des continents, observables sur la carte + 100 Ma, est aussi attribuable à la remontée du niveau des océans de 100 mètres par rapport à notre époque (soit une variation de 250 mètres par rapport à la carte précédente). Ainsi, beaucoup de régions de faible altitude se retrouvent immergées.

Dans **deux cents millions d'années**, le prochain cycle de Wilson devrait s'achever, c'est-à-dire que **tous les continents (ou ce qu'il en reste) devraient fusionner en un supercontinent appelé Pangée II, entouré d'un océan global.** Cela se fera par la fusion des deux Amériques avec les autres continents déjà scindés à l'époque

+ 100 Ma (Afrique, Eurasie, Océanie). L'Antarctique, en continuant sa progression vers le nord, aura aussi rejoint les autres continents. Ainsi, cette Pangée II, aux côtes souvent abruptes et montagneuses, recouvrira une grande partie de l'hémisphère nord depuis le pôle jusqu'à l'équateur.

Fiche 2

CHANGEMENTS GÉOGRAPHIQUES ET CLIMATS

Cette fiche, conçue **pour le primaire autant que le collège**, a pour objectif de faire appréhender les liens qui existent entre les variations climatiques et les changements du visage de la Terre. Selon le public concerné, des explications plus ou moins poussées pourront être données.

Retrouvez les notions abordables avec les plus jeunes et des éléments de réponse à leurs questions **en tramé** ; elles sont complétées par des informations pour les plus grands.

Question 1

Les continents semblent plus grands sur la carte + 5 Ma que sur la carte du monde actuel, car le niveau global des océans a chuté de 150 mètres par rapport à notre époque. Cette baisse du niveau global est à attribuer au fait que cette époque (+ 5 Ma) est une période glaciaire, c'est-à-dire que la température moyenne à la surface de la planète est d'environ 4 à 5°C plus basse qu'actuellement. Une grande partie de la quantité d'eau mondiale se trouve sous forme solide dans la banquise des deux hémisphères au lieu de se trouver sous forme liquide dans les océans. Les périodes glaciaires seraient dues à des oscillations périodiques de l'orbite de la Terre autour du Soleil (paramètres de Milankovic) associées à la fois à des variations périodiques dans l'intensité des rayonnements solaires et au déplacement de masses continentales vers les régions polaires.

Les périodes glaciaires sont assez fréquentes (4 glaciations dans les 600 000 dernières années), mais de courtes durées (quelques dizaines de milliers d'années) : la dernière (la glaciation de Würm) a pris fin il y a environ 10 000 ans.

Les continents semblent plus petits sur la carte + 100 Ma que sur la carte du monde actuel, car le niveau global des océans s'est élevé de 100 mètres par rapport à notre époque, soit de 250 mètres par rapport à la carte précédente. Cette montée du niveau global est à attribuer au fait que l'époque + 100 Ma est une période interglaciaire, c'est-à-dire de réchauffement climatique. La température moyenne à la surface de la planète est d'environ 4 à 5°C plus élevée qu'actuellement, soit d'environ 8 à 10°C plus élevée qu'à l'époque + 5 Ma. Cela explique la disparition de la banquise des deux hémisphères ainsi que celle des glaciers. La quasi-globalité de l'eau mondiale se trouve dans les océans.

Question 2

Il est impossible de mesurer directement le **niveau moyen de la mer**, car il faudrait une référence absolue. Or, de nombreuses perturbations affectent en permanence **les mesures du niveau des océans, certaines à court terme, d'autres à plus long terme.** Seules les variations à **long terme sont de réels indicateurs** géo-climatiques ; aussi faut-il réussir à les isoler (calculs mathématiques complexes). Pour pouvoir enregistrer ces variations à long terme, des enregistrements réguliers sur de longues périodes sont nécessaires.

Origines possibles de variation du niveau des mers à court terme

- Vagues et houle (échelle des secondes).
- Marées (échelle des heures).
- Pressions atmosphériques, températures (échelle des jours).

Origines possibles de variation du niveau des mers à long terme

- **Variation du volume d'eau** (modification du contenu présent dans les océans, due à des changements climatiques ; on parle **d'eustatisme**).
- **Variation du niveau d'eau** sans qu'il y ait modification du volume d'eau présent dans les océans, car l'eau se répartit différemment suite à des mouvements tectoniques (modification du contenant) ; on parle **d'isostasie**.

Dans la réalité, il se produit en même temps des changements du « contenu » (eustatisme) et du « contenant » (isostasie). En effet, même si les climats évoluent plus rapidement que les mouvements tectoniques purs, ils peuvent entraîner eux-mêmes des bouleversements du « contenant ». Ainsi, lors d'une glaciation, l'épaisse couche de banquise vient s'ajouter au poids de la masse continentale. Cela provoque un enfoncement de cette masse : la transformation de l'eau en glace, qui abaisse le niveau moyen des océans, est alors partiellement compensée, dans les régions subissant la glaciation, par l'enfoncement du socle continental. L'effet inverse se produit lors de la fonte de la banquise.

Question 3

La météo et le climat sont deux choses bien distinctes.

La météo est une vision à court terme (quelques jours à l'avance) du temps (conditions atmosphériques) faire dans un endroit donné.

Le climat est une donnée statistique moyenne des conditions atmosphériques dans une région plus vaste et pour de plus longues périodes (mois, saisons).

Question 4

Climat polaire (désertique froid)

Températures en dessous de 0°C et vents violents (blizzard) toute l'année. L'hiver, la température moyenne descend sous les - 40°C.

Ce climat se rencontre dans les très hautes latitudes, nord et sud.

Climat subarctique

C'est un intermédiaire entre le climat tempéré et le climat polaire : étés moins chauds, hivers plus froids.

Ce climat se rencontre dans les hautes latitudes de l'hémisphère nord.

Climat (tempéré) continental

L'année se divise en quatre saisons (avec des automnes et des printemps très courts), mais d'une grande amplitude thermique (+/- 40°C) : étés chauds et orageux et hivers froids et secs. Les précipitations (environ 1000 mm / an) sont réparties sur l'ensemble de l'année, mais sont un peu plus marquées en été.

Ce climat se rencontre entre les latitudes 35 et 50° nord ou sud, surtout au centre des continents ou sur leur façade est (pas d'influence de la proximité des océans du fait des vents dominants).

Climat (tempéré) océanique

L'année se divise en quatre saisons, mais d'une faible amplitude thermique (+/- 10°C) : étés frais et hivers doux. Les précipitations (environ 1000 mm/an) sont réparties sur l'ensemble de l'année, mais sont un peu plus marquées en hiver.

Ce climat se rencontre entre les latitudes 35 et 50° nord ou sud, surtout sur la façade ouest des continents, car il est dû à la proximité des courants chauds des océans.

Climat montagnard

Climat marqué par de fortes précipitations toute l'année. Il y a quatre saisons : des automnes et des printemps très courts, des étés frais et des hivers froids.

Ce climat dépend plus de l'altitude que de la latitude, car il y a une perte d'environ 1°C tous les 200 mètres d'altitude supplémentaires.

Climat (tempéré) méditerranéen

L'année se divise en quatre saisons, mais de faible amplitude thermique (+/- 10°C) : étés chauds et secs et hivers très doux et humides (quasi-absence de gelées). Ce climat se rencontre entre 30 et 45° de latitude, à proximité de la mer (autour de la Méditerranée, sur les bandes côtières de la moitié sud de la Californie, de la moitié nord du Chili, de l'Afrique du Sud, du sud-ouest de l'Australie...).

Climat de mousson

L'année se découpe en deux saisons : la saison sèche (hiver) et la saison des pluies torrentielles (été). Ce climat est dû à la différence de réchauffement de la mer et du continent. En été, le continent chauffe plus vite que la mer, l'air chaud au-dessus du continent s'élève et attire à basse altitude de l'air humide venant de l'océan (vent dominant sud-ouest). L'hiver, la terre se refroidissant plus vite que la mer, l'air au-dessus de la mer s'élève, créant un vent de terre (nord-est).

Ce climat se rencontre en Asie du sud.

Climat tropical & subtropical sec

Températures moyennes supérieures à 18°C tout au long de l'année, pluviométrie faible (inférieure à l'évaporation). L'année se découpe en deux saisons : la saison sèche et la saison humide, la saison humide étant le moment où se concentrent les quelques précipitations.

Ce climat se rencontre entre 5 et 10° de latitude nord ou sud. Ce sont des déserts chauds. Toutefois, sous d'autres latitudes, le relief peut recréer ce climat.

Climat tropical & subtropical humide

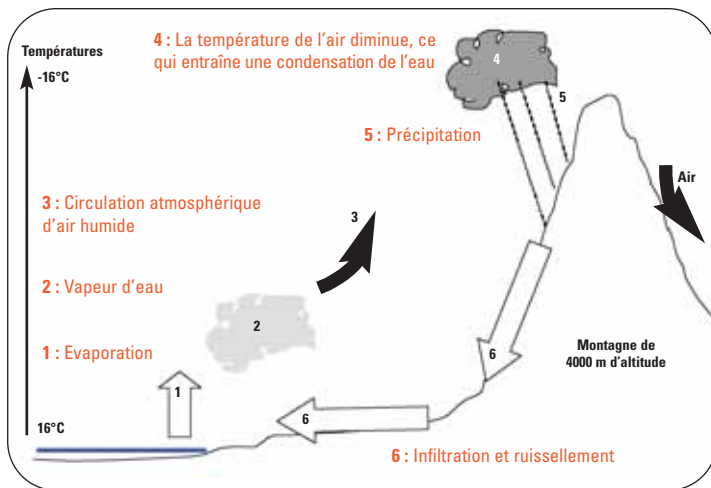
Températures moyennes supérieures à 18°C tout au long de l'année, pluviométrie importante (au moins 1500 mm/an), mais irrégulière. L'année se découpe en deux saisons : la saison sèche et la saison humide. Plus on s'éloigne de l'équateur, moins la saison humide est longue.

La répartition mondiale se fait autour de l'équateur et peut s'étendre jusqu'à 20 ou 25° de latitude.

Question 5

1. Grâce à l'énergie du rayonnement solaire, il y a **évaporation** au-dessus des océans et des continents. De plus, sur les continents, il y a l'évapotranspiration par les plantes, c'est-à-dire la perte d'eau qui se produit par évaporation au niveau des pores de leurs feuilles et qui permet, entre autres, le flux de sève brute depuis les racines vers le haut des plantes.

2. L'eau se retrouve sous forme de **vapeur d'eau** dans l'atmosphère.



3. Circulation atmosphérique d'air humide car, le sol s'échauffant plus vite que la mer, cela crée un appel d'air vers les continents (cf. mousson).

4. Lorsque le vent humide rencontre une montagne, il suit le relief et s'élève. La pression atmosphérique diminuant avec l'altitude, **la température de l'air diminue, ce qui entraîne une condensation de l'eau**. En se condensant, l'eau libère alors l'énergie qui avait permis son évaporation, ce qui réchauffe l'air, qui peut ainsi continuer à monter.

5. Précipitation des gouttes d'eau, qui sont plus denses que l'air.

6. Infiltration et ruissellement des eaux de pluie formant les ruisseaux, puis les rivières et les fleuves.

Le cycle de l'eau et le relief permettent d'expliquer ce qu'est un **désert d'abri**. Au bout d'un certain temps, il n'y a plus de condensation possible pour chauffer l'air et celui-ci ne peut plus s'élever. Il redescend alors de l'air sec de l'autre côté de la montagne. En redescendant, cet air se réchauffe, car la pression atmosphérique augmente, mais il ne contient plus d'eau, d'où le climat plus chaud et plus sec rencontré sur le versant « sous le vent » (c'est-à-dire derrière les montagnes) que sur le versant « dans le vent » (c'est-à-dire du côté de la mer). La Vallée de la Mort, en Californie, est un désert d'abri, car la Sierra Nevada la sépare de l'océan Pacifique.

Fiche 3

CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉCOSYSTÈMES

Cette fiche est conçue pour être **complétée dans la première partie de la salle d'exposition des Animaux du Futur**, avec des animaux de l'époque + 5 Ma, aussi bien par des élèves du primaire que des collégiens. Elle a pour objectif de **faire appréhender aux plus jeunes les liens qui existent entre les climats et la morphologie ou la physiologie des espèces**.

Question 6

1. Période + 5 Ma

Du fait du **refroidissement** global de la planète, les climats chauds (de type méditerranéen ou tropical) ont disparu. Ne restent que des climats à tendance froide :

- l'Europe a un climat polaire,
- la région méditerranéenne est un désert salé sous un climat subarctique,
- l'Amérique du Nord a un climat subarctique,
- l'Amazonie est sous un climat continental (assez froid).

2. Période + 100 Ma

Du fait du **réchauffement** global de la planète, les climats froids ont quasiment disparu. Ne restent, à faible altitude, que des climats à tendance chaude :

- le grand plateau a un climat montagnard, car sa très haute altitude compense le réchauffement de la planète,
- la mer superficielle correspond à une mer que l'on rencontre sous un climat tropical,
- le marais du Bengale a un climat tropical humide,
- la forêt antarctique a un climat tropical humide (le réchauffement de la planète est ici cumulé à la remontée de l'Antarctique vers l'équateur).

3. Période + 200 Ma

Du fait du **réchauffement** global de la planète, les climats froids ont quasiment disparu. Ne restent que des climats à tendance chaude :

- la forêt du nord a un climat tropical humide,
- le désert central a un climat tropical très sec (l'éloignement des côtes renforce l'aridité),
- le désert d'abri a un climat tropical sec,
- l'océan global est semblable à celui rencontré en climat tropical (du fait de sa grande taille et de l'allongement de sa durée quotidienne d'ensoleillement, se forment de grandes tempêtes et des cyclones qui viennent frapper les côtes de la Pangée II).

Question 1

Grâce aux informations dont les élèves disposent dans la salle d'exposition, ils peuvent déduire qu'aucune de ces espèces ne vit dans le désert salé méditerranéen ou dans le désert nord-américain. En revanche, ils peuvent constater que, dans la calotte polaire européenne, vivent le *fou-baleine*, le *rat à toison* et le *sabre des neiges*, et que, dans les prairies amazoniennes, vivent le *baboukari*, le *caracoureur* et le *cuirasson*.

Question 2

Ces animaux vivant dans l'inlandsis nord-européen sont confrontés à un climat polaire. En mer, les eaux glaciales au bord de la banquise sont parsemées d'icebergs ; sur terre, au pied des montagnes et des glaciers, s'étend à perte de vue une toundra (vaste étendue sur laquelle ne peuvent pousser que de rares arbustes très résistants au froid, du fait de leurs feuilles coriaces recouvertes de cire protectrice) sur laquelle souffle en permanence un vent glacial (blizzard) duquel il est difficile de s'abriter par manque de végétation. Sur terre comme en mer, il y a peu de nourriture, car peu d'espèces sont capables de résister à de telles conditions. Les étés très courts rendent difficile la reproduction.

Question 3

Ces animaux (*rat à toison*, *sabre des neiges*, *fou-baleine*) peuvent survivre dans des conditions de froid extrême, car :

- ils sont relativement gros (par rapport à leurs « équivalents » des régions chaudes), ce qui leur permet de mieux garder la chaleur ;
- leur épaisse fourrure de poils ou leurs plumes emprisonnent la masse d'air ou d'eau qui reste en permanence au contact du corps et font « tampon » avec le froid de l'air, de l'eau ou du milieu ambiant ;
- ils stockent une importante quantité de graisse spéciale (graisse brune) sous leur peau ;

- ils s'agglutinent les uns aux autres pour limiter les contacts avec l'air froid (*fou-baleine* et *rat à toison*).

Ces 4 éléments leur permettent de lutter efficacement contre le froid ambiant.

La reproduction se fait de façon à ce que les petits, ou les œufs, aient le maximum de chances de survie :

- ils se développent pendant la période la moins défavorable, c'est-à-dire l'été ;
- les œufs sont couvés par la mère ;
- les jeunes sont nourris par leurs parents.

La stratégie de reproduction est davantage portée sur la qualité (faible quantité de petits, soin aux jeunes) que sur la quantité.

Question 4

Ces animaux sont confrontés au problème des incendies fréquents de leur milieu de vie.

Question 5

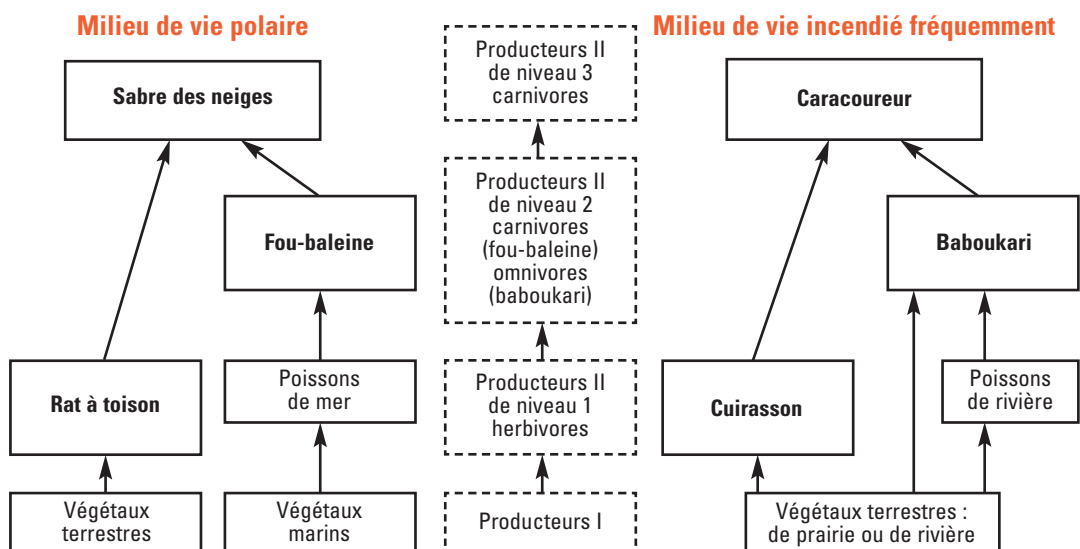
Ces animaux (*baboukari*, *cuirasson*, *caracoureur*) peuvent survivre lors des incendies :

- en développant un moyen de locomotion très rapide qui permet une fuite efficace lors des incendies dont la progression est très rapide (*caracoureur*, *baboukari*) ;
- en développant un « bouclier anti-feu » qui permet de rester sur place sans se faire brûler (le *cuirasson*, dont les écailles du dos constituent une carapace efficace, n'a plus qu'à s'aplatir sur le sol lors du passage des flammes).

Ces animaux doivent être assez peu exigeants pour se nourrir, car leur habitat est souvent ravagé.

Question 6

On peut compléter ces chaînes alimentaires par l'ajout d'informations sur le type de producteurs primaires (photosynthétiques) et producteurs secondaires (consommateurs d'êtres vivants) en indiquant leur régime alimentaire.



Cette fiche est conçue pour être **complétée dans la dernière partie de la salle d'exposition**, avec des animaux de l'époque + 200 Ma, aussi bien **par des élèves du primaire que des collégiens**. Elle a pour objectif de **faire comprendre les méthodes qui ont été employées pour réaliser les différents modèles d'animaux du futur, en fonction de la morphologie des paysages et des climats** calculés par les géologues et les climatologues. Après avoir analysé la réalisation du modèle du *suceur-sauteur*, les élèves sont guidés pour retrouver les étapes qui ont permis la réalisation du modèle de l'*oisson*. Selon le public concerné, des réflexions plus ou moins poussées sur la notion de modèle scientifique pourront être abordées. Retrouvez les notions abordables avec les plus jeunes et des éléments de réponse à leurs questions **en tramé** ; elles sont complétées par des informations pour les plus grands.

Question 1

a. Il s'est écoulé 200 Ma entre l'existence de ces deux espèces.

b. Le *suceur-sauteur* vit dans le désert d'abri au sud-est de la Pangée II.

c. Les conditions de vie dans ce milieu sont les suivantes :

- température de l'air : élevée le jour et basse la nuit,
- température du sol : élevée le jour et basse la nuit,
- pas de points d'eau disponibles,
- pas d'abri humide disponible,
- la nourriture disponible n'est que de la broussaille (aux feuilles coriaces qui peuvent limiter les pertes d'eau par évaporation),
- faible quantité de nourriture disponible (les broussailles sont très éparpillées dans le désert).

d. Les conditions de vie du *suceur-sauteur* sont beaucoup plus arides que celles de l'escargot de nos jardins.

e. Etant donné que la seule nourriture disponible est de la broussaille aux feuilles coriaces, la radula de notre animal doit être beaucoup plus puissante pour pouvoir « brouter » les feuilles.

f. Etant donné le manque d'eau et les conditions de vie très desséchantes, il était nécessaire que l'animal ait une peau qui lui permette de limiter les pertes hydriques par évapotranspiration. Une augmentation de l'épaisseur de la peau ainsi que des écailles (imperméabilisées) empêchent l'eau de sortir du corps quand celui-ci est exposé au soleil.

g. Il y a trois raisons qui expliquent que le *suceur-sauteur* se tient debout (deux sont facilement compréhensibles par les plus jeunes) :

- la nourriture étant rare, il est plus facile de la voir quand on est en hauteur que lorsque l'on est au niveau du sol ;

- pour trouver une quantité de nourriture suffisante, l'animal doit parcourir dans la journée de grandes distances ; sauter lui permet de se déplacer plus rapidement qu'en rampant et, à parcours équivalent, nécessite moins d'énergie ;

- le sol étant très chaud (et meilleur conducteur thermique que l'air), l'animal limite ainsi le contact du sol, qui est brûlant, ce qui limite aussi ses pertes en eau.

h. Il y a deux raisons qui expliquent que le *suceur-sauteur* ne sécrète plus de bave :

- sa position debout et son nouveau mode de déplacement (la bave n'est nécessaire que pour ramper car elle facilite le glissement) ;
- l'économie d'eau imposée par les conditions de vie (la sécrétion de bave est une perte d'eau).

i. Il y a deux raisons qui expliquent que le *suceur-sauteur* a une longue coquille :

- son nouveau mode de déplacement (les sauts nécessitent un certain équilibre, la longue coquille lui sert ainsi de balancier, un peu comme la queue pour le chat) ;
- avec une longue coquille, il a de la place pour stocker l'eau qu'il trouve dans son alimentation.

j. La grande taille du *suceur-sauteur* peut s'expliquer par l'absence de prédateurs.

Question 2

a. L'océan global est immense, ses eaux sont chaudes et souvent agitées par de violentes tempêtes.

b. Cet océan est très riche en nourriture. Il y a de nombreux bancs *d'argentides*.

c. Cet océan est malheureusement peuplé de nombreux prédateurs comme les *requins-lumière* ou les *calmars arc-en-ciel*.

d. Il n'y a aucun prédateur dans les airs, car les oiseaux ont disparu de la surface de la planète.

e. Pour ne pas être exposé aux nombreux prédateurs qui sont dans l'eau, cet animal passe le plus clair de son temps dans les airs, au-dessus de l'eau.

f. Comme il n'y a plus d'oiseaux et peu d'insectes dans le ciel (sauf près des côtes), la nourriture n'est disponible que dans l'eau.

g. Les modifications à prévoir par rapport à l'exocet sont donc les suivantes :

- **queue** : l'animal doit, tout comme l'exocet, pouvoir bondir hors de l'eau pour prendre son envol : sa queue devra être encore très puissante ;
- **nageoires** : pour pouvoir rester la plupart du temps hors de l'eau, les nageoires devront être encore plus développées afin de pouvoir battre, un peu comme des ailes, ce qui permet de voler et pas seulement de planer sur quelques dizaines de mètres ;

- **mâchoires** : l'animal étant un prédateur qui plonge sur sa proie, sa mâchoire devra être développée à la façon d'un bec d'oiseau, afin de pouvoir saisir rapidement et précisément sa proie ;

- **respiration** : comme l'animal est la plupart du temps dans l'air, son système respiratoire devra s'être adapté à l'air.

h. L'animal qui correspond à cette description dans la période + 200 Ma est *l'oïsson*.

Fiche 5

FRISE CHRONOLOGIQUE

Cette fiche est conçue pour être **réalisée après la visite**, une fois de retour en classe et permet à l'élève d'obtenir une vision synthétique de toutes les connaissances acquises, avant et pendant la visite. Selon les aides fournies par l'enseignant, elle peut aussi bien être faite

par des élèves du primaire (la fabrication par la classe est sans doute recommandée) que des collégiens (ils peuvent le faire individuellement ou en petits groupes, selon leur degré d'autonomie).

Fiche 6

LA TECHNIQUE DE LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Cette fiche est conçue pour être **complétée par des collégiens** à la sortie de l'attraction. Elle a pour **objectif de faire appréhender la technologie de la réalité augmentée, qui a été employée pour réaliser cette attraction, et l'intérêt que celle-ci peut apporter au monde de demain.** Après avoir analysé le concept et la mise en œuvre de cette technologie, les élèves sont guidés pour retrouver ses différents domaines d'utilisation. Cf. présentation de la réalité augmentée page 14.

Exercice 1

1. les jumelles couplées avec une caméra
2. le bracelet
3. l'ordinateur avec le logiciel D'Fusion

C'est le bracelet.

C'est le système de capture de position.

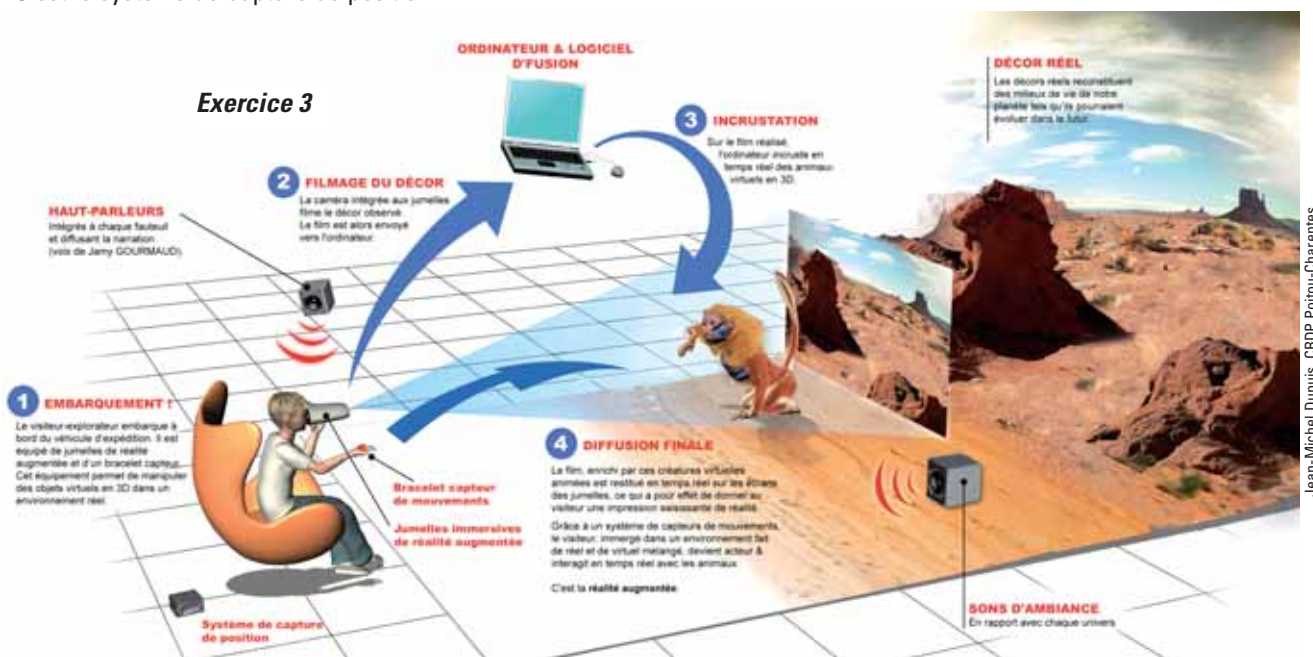
Exercice 2

INCRUSTATION : Sur le film réalisé, l'ordinateur incruste en temps réel des animaux virtuels en 3D.

DIFFUSION FINALE : Le film, enrichi par ces créatures virtuelles animées, est restitué en temps réel sur les écrans des jumelles, ce qui a pour effet de donner aux visiteurs une impression saisissante de réalité.

FILMAGE DU DÉCOR : La caméra intégrée aux jumelles filme le décor observé. Le film est alors envoyé vers l'ordinateur.

EMBARQUEMENT : Le visiteur-explorateur embarque à bord du véhicule d'expédition. Il est équipé de jumelles de réalité augmentée et d'un bracelet capteur. Cet équipement permet de manipuler des objets virtuels en 3D dans un environnement réel.



Jean-Michel Dupuis, CRDP Poitou-Charentes

RESSOURCES DOCUMENTAIRES

La société anglaise *The Future is Wild Ltd* a produit une série d'émissions de télévision présentant un **modèle scientifique** de l'évolution de notre planète dans 5, 100 et 200 millions d'années. Il décrit une des **évolutions possibles** des continents, des écosystèmes et des animaux qui auront su s'adapter.

Ces émissions ont été diffusées dans un très grand nombre de pays, y compris en France, et sont disponibles en anglais sous la forme de trois DVD.

CONCEPTION DES MILIEUX DE VIE ET DES ESPÈCES ANIMALES

En observant simultanément présent et passé, une équipe internationale de scientifiques de différentes disciplines (biologistes, géologues, climatologues...) a tenté de connaître les secrets du futur (cf. pistes webographiques : retrouvez sur thefutureiswild.com toutes les références des scientifiques).

Le point de départ de la conception du modèle est la géographie de la planète, l'évolution et le déplacement des continents. En examinant comment les continents se sont déplacés et se déplacent actuellement, ils ont pu calculer et prédire quelle va être leur évolution.

De cette nouvelle géographie découlent des changements climatiques à l'échelle de la planète et donc des bouleversements d'écosystèmes. Les scientifiques estiment que les conditions de vie dans le futur seront probablement plus extrêmes : les déserts seront plus chauds ou froids et secs, les montagnes plus hautes et les forêts plus denses. Néanmoins, ces habitats extrê-



mes ont des caractéristiques communes avec les habitats actuels de la Terre, ce qui permet de définir certaines caractéristiques du vivant, qui semblent mieux supporter ces contraintes.

Seules certaines espèces ont pu s'adapter (dans différentes régions), pour survivre à ces changements plus ou moins brutaux. Examiner le passé et le présent aide à prévoir ce qu'il pourrait arriver sur Terre dans le futur. Durant des millions d'années, les animaux ont peu à peu changé pour s'adapter à leur environnement. Ce lent processus s'appelle **l'évolution** ; il amène les espèces à amplifier les caractéristiques et/ou les comportements les mieux adaptés aux conditions qu'elles rencontrent. Pour comprendre les secrets de l'évolution, les scientifiques étudient **les indices du passé** : lorsqu'un animal ou une plante meurt, il peut laisser une trace ou des restes dans la roche, un fossile, dont l'examen permet de savoir où, quand et comment ont vécu ces organismes du passé.

Afin de simplifier le modèle, les chercheurs ont bâti un scénario dans lequel **ils ont délibérément éliminé l'espèce humaine de la planète** afin d'éviter les interactions que l'Homme aurait pu provoquer sur l'évolution des espèces, par des manipulations génétiques qu'il est d'ores et déjà en mesure de pratiquer.

Toutes les évolutions présentées ici sont plausibles, mais existeront-elles vraiment ? Nul ne peut le savoir. **Le mystère de l'adaptation des espèces et le hasard des mutations peuvent renverser totalement ce scénario** et montrer ainsi les limites des modèles scientifiques les plus performants.



- 1 A partir du **cariama** actuel et de son ancêtre le **gastornis**, les scientifiques ont pu prédire quel pourrait être le futur de cet animal, au regard de l'évolution des espèces,
- 2 en dresser une étude anthropomorphe détaillée,
- 3 le modéliser en 3D et mettre au point son mode de déplacement,
- 4 pour en créer une image de synthèse en 3D qui, incrustée et animée dans un décor réel grâce à la technologie de la réalité augmentée, donne vie au **caracoureur**.

LA TECHNIQUE DE LA RÉALITÉ AUGMENTÉE

Le Futuroscope a collaboré avec *The Future is Wild Ltd* sur le **modèle scientifique** à la base de cette attraction et avec la société française *Total Immersion** pour les **aspects technologiques** de la **réalité augmentée**. En effet, *Total Immersion* a développé des logiciels de traitement

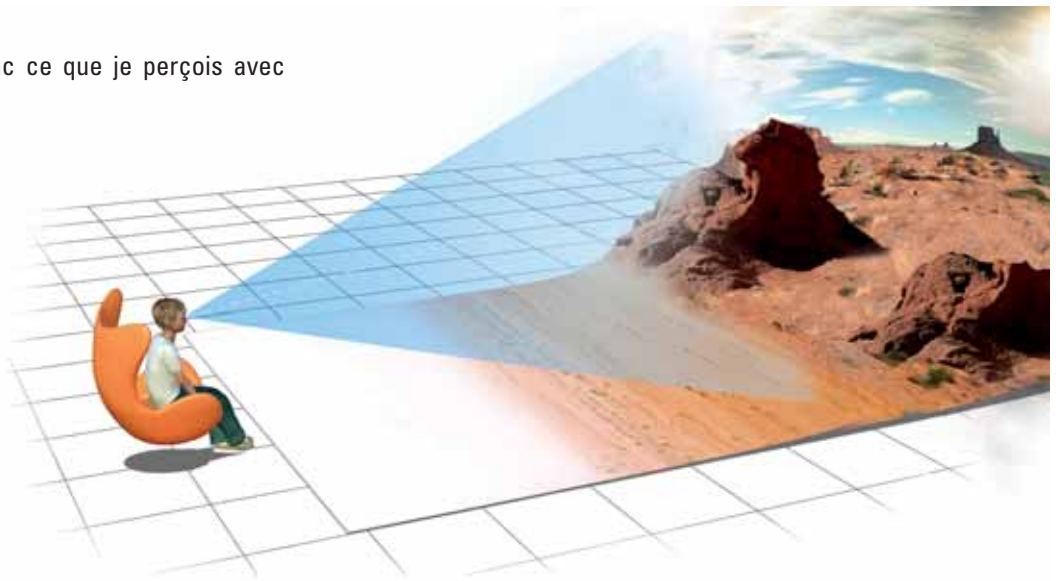
qui superposent, en temps réel, de manière très fluide, des **images de synthèse** en trois dimensions et de la **vidéo digitalisée**. Cette collaboration permet l'immersion du visiteur dans le scénario du futur et son interaction avec l'environnement.

*Pour la performance de ses travaux, Total Immersion a été nommée au DEMO 2004 et a gagné le prix DEMOgodTM2007. La Conférence annuelle DEMO réunit des cadres et dirigeants informatiques, des investisseurs et des start-up venues présenter leurs projets les plus innovants.

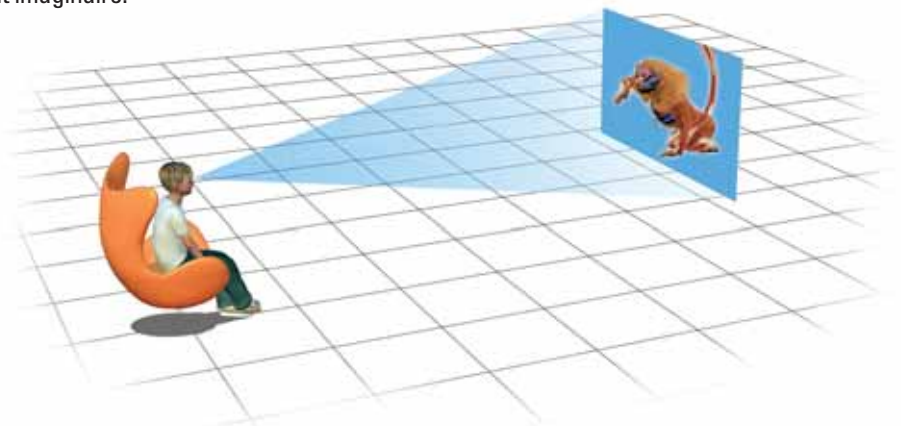
Définitions simplifiées

La réalité, c'est ce que je peux percevoir grâce à mes 5 sens : **l'ouïe, le goût, le toucher, l'odorat, la vue.**

La réalité visuelle, c'est donc ce que je perçois avec mes yeux.



La réalité virtuelle, c'est ce que je perçois du monde réel filmé par une caméra, puis synthétisé par un ordinateur à l'aide d'un logiciel pour créer un environnement imaginaire.



La réalité augmentée, c'est ce que je perçois du monde réel qui est filmé puis combiné avec des objets virtuels en 3D. Ces objets virtuels sont fabriqués par un logiciel et superposés aux images réelles grâce à des écrans OLED

incorporés à des jumelles spécifiques. La présence de capteurs de position et de mouvements permet à l'utilisateur d'interagir en temps réel.

Voir schéma page 12.

La réalité augmentée au Futuroscope, comment ça marche ?

Les visiteurs prennent place à bord d'un petit train. Chaque train est composé de trois wagons de quatre sièges. Six trains circulent sur le parcours et passent successivement devant quatre décors :

1. La savane aride et froide balayée par les vents,
2. La grotte au fond marécageux,
3. Les fonds marins de l'océan global,
4. La jungle tropicale.

Un peu comme dans un safari, les visiteurs sont munis de **jumelles** grâce auxquelles ils observeront les animaux (en images de synthèse 3D) se déplacer dans le décor réel. Le mélange d'images virtuelles (les animaux) et d'images réelles (le décor) donne une saisissante impression de réalité.

Chaque spectateur a surtout la possibilité d'interagir avec les animaux grâce à un bracelet-capteur de mouvements. Un simple geste du poignet, par exemple lancer des bouts de pain virtuels, détermine (pour chaque personne) les déplacements de l'animal dans le décor.

Équipement de la réalité augmentée

Les jumelles

Les jumelles servent en fait à deux choses : filmer le décor grâce à une caméra numérique cachée à l'intérieur et afficher le spectacle. Chaque paire de jumelles est reliée à un micro-ordinateur (situé sous le siège de chaque visiteur), qui fait tourner le logiciel D'Fusion. C'est lui qui fabrique les images de synthèse et qui les intègre avec celles, réelles, du décor, puis renvoie l'ensemble dans les jumelles du visiteur. Celles-ci contiennent deux petits écrans **OLED*** - l'un pour l'œil droit, l'autre pour l'œil gauche. Les deux images, légèrement décalées, donnent l'illusion du relief.



Le bracelet

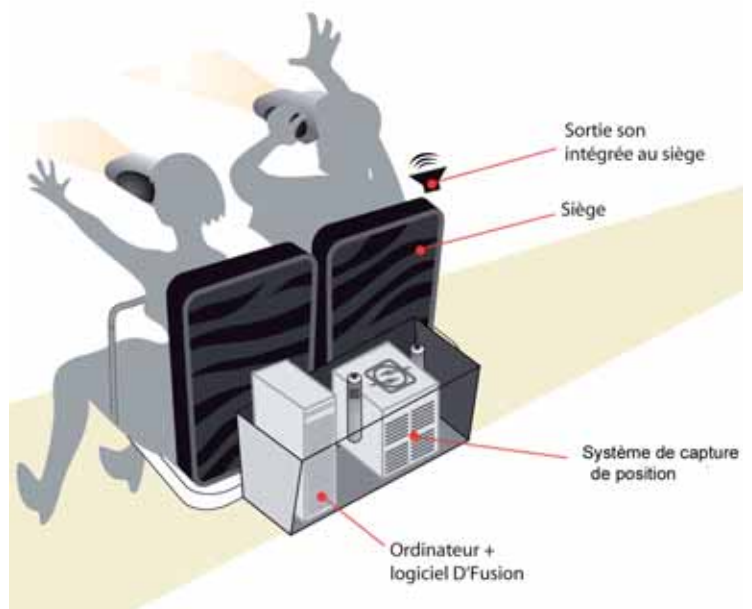
Le bracelet contient des capteurs qui permettent d'envoyer des informations à l'ordinateur contenant le dispositif informatique de réalité augmentée.



L'ordinateur & le logiciel D'Fusion

Un ordinateur est placé sous chaque siège ; il contient le logiciel D'Fusion (voir schéma ci-dessous). Celui-ci envoie en temps réel les images des animaux du futur en 3D et les déplace en fonction de la position du visiteur devant le décor. Cette position est calculée à partir d'un système de capture de position intégré au fauteuil.

Le siège



* **OLED : Organic Light-Emitting Diode.** Un film organique (composé carboné) est pris en sandwich entre deux autres films jouant le rôle d'électrodes. Lorsqu'un courant est appliqué, le composé organique s'illumine. Les avantages de la technologie sont multiples : les écrans sont plus brillants, plus contrastés, plus fins et plus légers que les écrans LCD, tout en nécessitant beaucoup moins d'énergie et en coûtant potentiellement moins cher en production.

Les Animaux du Futur, comment ça marche ?



4 scènes en décors réels pour 12 rencontres étonnantes dans une architecture circulaire

Les domaines d'utilisation de la réalité augmentée

Les premiers mélanges entre images réellement filmées et images numériques ont été réalisés pour le film *Tron* de Steven Lisberger en 1982. Mais ce n'est qu'onze ans plus tard que la qualité des incrustations numériques dans *Jurassic Park* de Steven Spielberg a réellement marqué les esprits avec les fameux dinosaures virtuels, fondus dans les décors réels. D'autres grands succès ont suivi, comme *Star Wars* épisodes 1, 2 et 3 de George Lucas ou *Le Seigneur des Anneaux* de Peter Jackson. Les éléments ajoutés sont, le plus souvent, des machines, des créatures qui n'existent pas en réalité. Certains réalisateurs envisagent d'insérer des acteurs virtuels ce qui, pour le moment, pose encore des problèmes de réalisme dans les plans rapprochés, pour ce qui concerne les cheveux, la peau, les expressions du visage ou encore les vêtements.

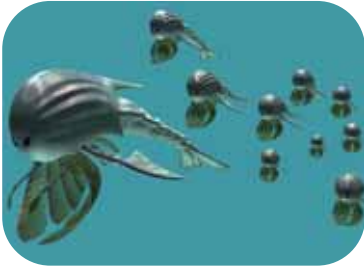
Parallèlement au cinéma ou aux parcs d'attractions, la réalité augmentée s'est aussi imposée peu à peu dans bien d'autres domaines. Dans la **réalisation télévisuelle**, elle permet lors des soirées électorales ou de la météo de faire apparaître des écrans fictifs au milieu des journalistes. Dans le **domaine militaire**, elle permet de réaliser des entraînements en simulant des combats dans différents environnements. Dans l'**automobile**, elle permet d'accélérer les processus d'ajustement du design, indispensables à une bonne fonctionnalité du

véhicule dans l'environnement réel. Dans **certains jeux vidéo**, non encore commercialisés, il est désormais possible de se mesurer à une intelligence artificielle tout en manipulant physiquement ses propres pièces de morpion ou d'échec. Dans le **domaine médical**, par superposition de données d'imagerie, le médecin peut visualiser dans un même espace ses actions et leurs conséquences, sur et dans le corps du patient.

Ce ne sont là que quelques exemples, mais une chose semble sûre, selon Didier Fass, chercheur au LORIA INRIA de Lorraine : « Dans les vingt prochaines années, la réalité augmentée, associée à l'intelligence artificielle et aux nanotechnologies, sera étendue à tout notre environnement via l'intelligence ambiante et les matériaux interactifs. Le monde numérique, pour l'instant si froid et abstrait, sera bientôt tangible et manipulable. Il s'incarnera dans et par les objets du quotidien, dans nos maisons, nos voitures, nos espaces de travail ou de loisir. L'éprouver sera porteur de sensations et de sens. [...] Je ne sais pas vraiment ce que sera le monde dans vingt ans, celui de nos enfants devenus adultes. Si aujourd'hui la technologie est froide, l'enjeu des années à venir est de les réchauffer de la chaleur humaine, celle qui donne sens à la vie. C'est seulement à cette condition qu'elle constituera une extension du domaine de la vie ».

PRÉSENTATION DES ANIMAUX DU FUTUR*

NB : Certains animaux sont rencontrés uniquement dans la salle de documentation qui suit l'expédition.



Argentide

Période : + 200 millions d'années.
Arthropode crustacé issu de l'évolution du crabe ou du homard.
Milieu de vie : océan global.
Régime alimentaire : filtreur de plancton.



Baboukari

Période : + 5 millions d'années.
Mammifère issu de l'évolution du ouakari, singe d'Amérique du Sud.
Milieu de vie : prairies sèches.
Régime alimentaire : omnivore (poissons, insectes, plantes).



Calmar arc-en-ciel

Période : + 200 millions d'années.
Mollusque céphalopode issu de l'évolution de calmar géant.
Milieu de vie : océan global.
Régime alimentaire : carnivore.



Calmar géant des forêts

Période : + 200 millions d'années.
Mollusque céphalopode issu de l'évolution du calmar et parent éloigné de sa contemporaine la pieuvre-singe.
Milieu de vie : forêt pluviale chaude de la Pangée II.
Régime alimentaire : omnivore.



Caracoureur

Période : + 5 millions d'années.
Oiseau issu de l'évolution du caracara, un faucon d'Amérique du Sud.
Milieu de vie : prairies sèches.
Régime alimentaire : carnivore (petits animaux et insectes).

* Avis aux lecteurs : pour des impératifs de mise en scène de l'attraction, certains animaux ont été rassemblés dans des décors qui ne sont pas les écosystèmes décrits par les scientifiques. En revanche, toutes les informations contenues dans ce guide pédagogique respectent scrupuleusement la relation des animaux à leur milieu de vie.



Cochonnet des monts

Période : + 100 millions d'années.
Mammifère issu de l'évolution du pika, sorte de petit lapin.
Milieu de vie : grand plateau (grotte).
Régime alimentaire : phytophage (graines).



Cuirasson

Période : + 5 millions d'années.
Mammifère issu de l'évolution de l'alpaga et de l'agouti, rongeurs d'Amérique du Sud.
Milieu de vie : prairies sèches.
Régime alimentaire : phytophage (rongeur).



Fou-baleine

Période : + 5 millions d'années.
Oiseau géant issu de l'évolution d'oiseaux comme le pingouin.
Milieu de vie : inlandsis nord-européen.
Régime alimentaire : carnivore (poissons).



Grand planeur bleu

Période : + 100 millions d'années.
Oiseau à quatre ailes issu de l'évolution d'oiseaux comme la grue de l'Himalaya.
Milieu de vie : grand plateau.
Régime alimentaire : carnivore (insectes).



Oiseau crache-feu

Période : + 100 millions d'années.
Oiseau issu de l'évolution d'oiseaux marins de l'Antarctique.
Milieu de vie : forêt pluviale antarctique.
Régime alimentaire : phytophage (fleurs).



Oisson

Période : + 200 millions d'années.
Poisson issu de l'évolution de l'exocet (poisson volant).
Milieu de vie : océan global
Régime alimentaire : carnivore (argentides).



Pieuvre-singe

Période : + 200 millions d'années.
Mollusque céphalopode issu de l'évolution du calmar. Parente éloignée de son contemporain le calmar des forêts.
Milieu de vie : forêt pluviale chaude de la Pangée II (arboricole).
Régime alimentaire : omnivore.



Poisson guetteur

Période : + 100 millions d'années.
Poisson issu de l'évolution du poisson-chat électrique.
Milieu de vie : marais saumâtre chaud.
Régime alimentaire : carnivore.



Rat à toison

Période : + 5 millions d'années.
Mammifère issu de l'évolution de la marmotte.
Milieu de vie : inlandsis nord-européen (toundra).
Régime alimentaire : phytophage (rongeur).



Requin-lumière

Période : + 200 millions d'années.
Poisson cartilagineux issu de l'évolution du requin.
Milieu de vie : océan global.
Régime alimentaire : carnivore.



Sabre des neiges

Période : + 5 millions d'années.
Mammifère issu de l'évolution des mustélidés.
Milieu de vie : inlandsis nord-européen (toundra).
Régime alimentaire : carnivore.



Scarabée crache-feu

Période : + 100 millions d'années.
Arthropode insecte issu de l'évolution de coléoptères.
Milieu de vie : forêt pluviale dense.
Régime alimentaire : carnivore (oiseaux).



Suceur-sauteur

Période : + 200 millions d'années.
Mollusque gastéropode issu de l'évolution de l'escargot.
Milieu de vie : désert d'abri.
Régime alimentaire : phytophage.



Tortunosaure

Période : + 100 millions d'années.
Reptile issu de l'évolution de la tortue.
Milieu de vie : marais saumâtre chaud.
Régime alimentaire : phytophage.

LEXIQUE

Animatronic : robot qui diffère d'un androïde par le fait qu'il fonctionne à partir de sons et de mouvements préenregistrés au lieu d'analyser des stimuli externes et de réagir en fonction de ceux-ci.

Coelurosaure : petit dinosaure d'il y a environ 150 Ma préfigurant les précurseurs des oiseaux comme l'archéoptéryx.

Ichtyosaures : reptiles géants marins qui ressemblaient à des dauphins et qui sont apparus il y a 250 Ma, un peu avant les dinosaures (apparus eux il y a 230 Ma), et qui ont disparu il y a 90 Ma soit environ 25 Ma avant l'extinction massive des dinosaures.

Smilodon : félin d'Amérique d'il y a 2,5 à 10 Ma d'années ressemblant au lion mais possédant de très longues canines émergeant devant la mâchoire inférieure.

Pour en savoir plus : quelques pistes bibliographiques et webographiques

Ouvrages et publications

Baumard, Maryline - **Imaginer pour apprendre** - Dossier spécial, *Le Monde de l'éducation* (mars 2007).

Buffetaud, Eric - **Les Animaux du Futur** – CNRS.

Bultez Adams, Philippe / Kaplan, Frédéric / Layet, Maxence - **Futur 2.0 « Comprendre les 20 prochaines années »** - Edition Futuroscope et FYP Editions (avril 2007).

Denys, Christiane - **L'évolution des espèces** - TDC (décembre 2007).

Dixon, Dougal - **Après l'Homme, les Animaux du Futur** – Nathan 1981.

Pye, Claire - **Sauvages ! Les Animaux du Futur** – Nathan Jeunesse (Coll. Albums Document) + DVD de 12 mn (2003).

Gelin, Rodolphe - **Comment la réalité peut-elle être virtuelle ?** – Les Petites Pommes du Savoir – Le Pommier 2006.

Gould, Stephen Jay (sous la dir. de) - **Le Livre de la vie** – Paris : Seuil, 1993. 256 p. (Coll. Science ouverte).

Simon, Gilles et Decollogne Julien – **Intégrer images réelles et images 3D, Post production et réalité augmentée** - Dunod 2006.

Vidéos

Sur la Terre des dinosaures – Emissions réalisées par Jasper James. Production BBC. Diffusion France 3 / BBC. Année 2000.

Sur la Terre des géants - Production BBC. Diffusion France 3 / BBC 2006.

Sur la Terre des monstres disparus - Emissions de Tim Haines. Production BBC. Diffusion France 3 / BBC 2002.

L'odyssée de l'espèce - Documentaire réalisé par Jacques Malaterre. Ecrit par Jacques Dubuisson et Michel Fessler, sur une idée originale de Hervé Dresen. Diffusion : France 3. Co-production : France 3 - RTBF (Belgique) - Transparences Productions - 17 Juin Production - Mac Guff Ligne - Pixcom (Canada) - Discovery Channel Canada, Channel 4, RAI, ZDF, TSR, Planète, France 5 2003.

The Future is Wild - 3 DVD (en anglais) distribués par la société Image Entertainment (<http://www.image-entertainment.com>) 2003.

Sites Internet

<http://www.thefutureiswild.com> (renseignements sur les membres de l'équipe internationale des chercheurs et leur rôle dans la conception de ce modèle scientifique).

<http://www.scotese.com> (« Paleomap project » de Christopher Scotese).

<http://www.mnhn.fr/museum/office/transverse/transverse/accueil.xsp> (renseignement sur l'évolution des espèces passées et présentes).

<http://www.t-immersion.com> (démonstrations vidéo sur la réalité augmentée).

<http://www.lesanimauxdutfutur.com> (le blog du Parc du Futuroscope avec des informations sur les étapes de la construction de l'attraction).



1. Recherche la définition du mot « Pangée ».

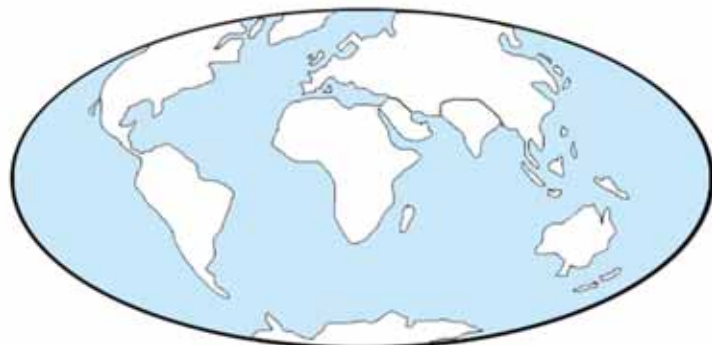
2. Recherche l'âge de notre planète.

3. Recherche dans l'histoire de la Terre quand il y a eu une Pangée.

4. Sur la carte du monde actuel, colorie d'une couleur différente chaque continent appartenant à une plaque (lithosphérique) différente.

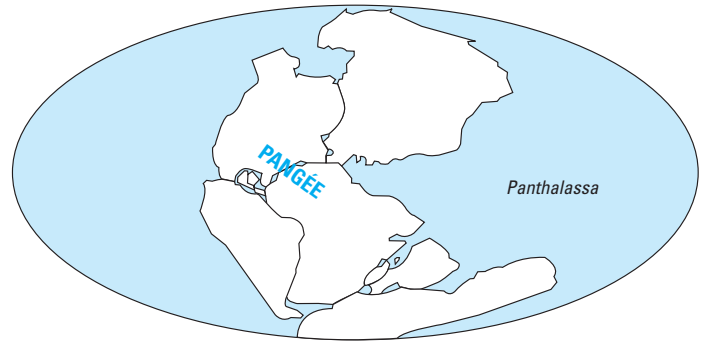
Légendes :

- Afrique
- Arabie
- Eurasie
- Inde et Océanie
- Amérique du Nord
- Amérique du Sud
- Antarctique



5. Situe chacune de ces plaques sur la carte de la Pangée (en t'aidant des formes dessinées à l'intérieur de la carte) en les coloriant de la même couleur que sur la carte du monde actuel.

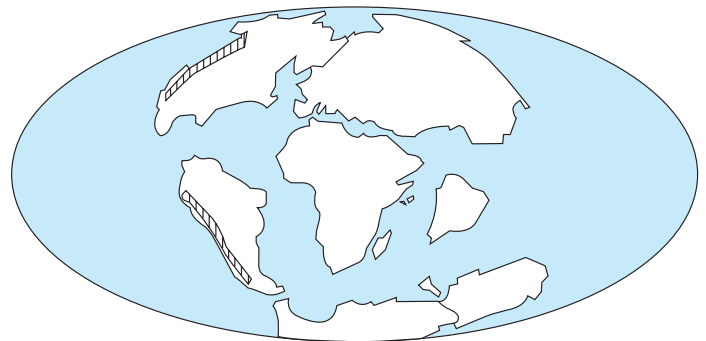
Carte de la Terre lors de la Pangée, il y a Ma



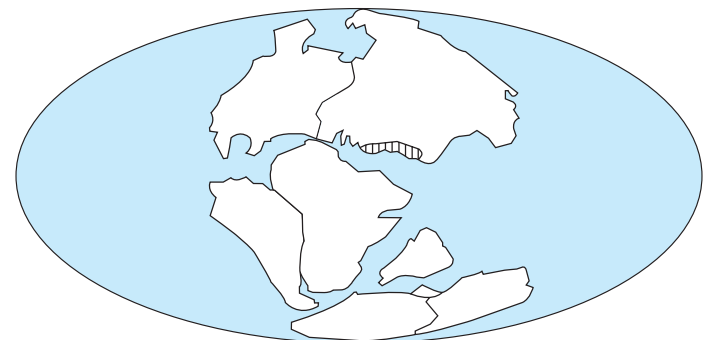
6a. Remplace les dates sur les cartes correspondantes afin de raconter correctement l'histoire de la Terre depuis la Pangée : 200 Ma, 135 Ma, 65 Ma.

6b. A côté de chaque carte, dans l'espace libre, raconte ce qui s'est passé par rapport à la carte précédente : apparition ou disparition d'océans, collision de continents... Pour cela, tu peux t'aider de recherches documentaires.

A. Carte de la Terre il y a Ma.



B. Carte de la Terre il y a Ma.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

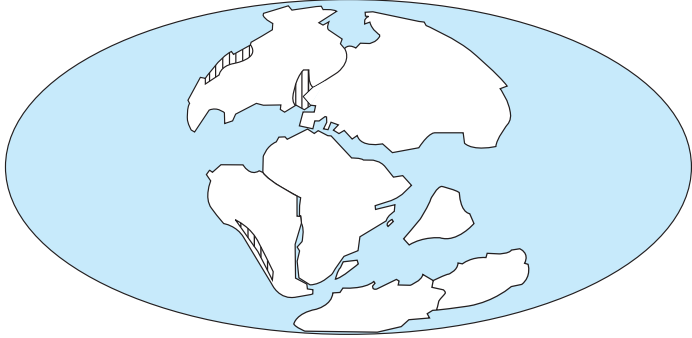
.....

.....

.....

.....

.....

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<p>C. Carte de la Terre il y a Ma.</p> 
-------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

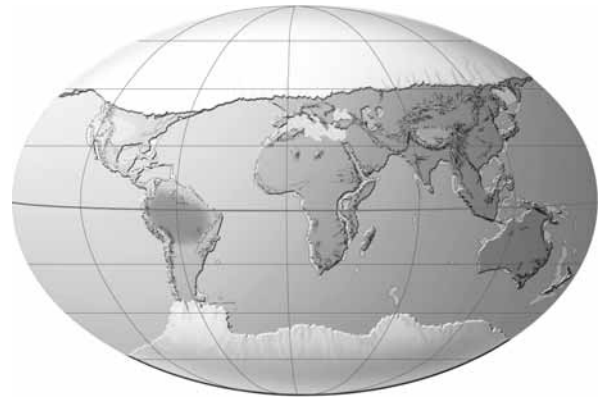
7. A partir de tes connaissances ou de recherches documentaires, explique l'origine de ces déplacements.

8. A partir de tes connaissances ou de recherches documentaires, essaie de déduire, d'après leurs déplacements actuels, la place qu'auront les continents dans 5 Ma, 100 Ma, 200 Ma.

9a. Repère la place des continents actuels sur les cartes suivantes, en les coloriant de la même couleur que sur la carte de la géographie actuelle.

9b. Comme tu l'as fait pour la question 6b, raconte à côté de chacune des 3 cartes du futur, ce qui se passera : disparition ou apparition d'océans, collision, élévation ou baisse du niveau des océans...

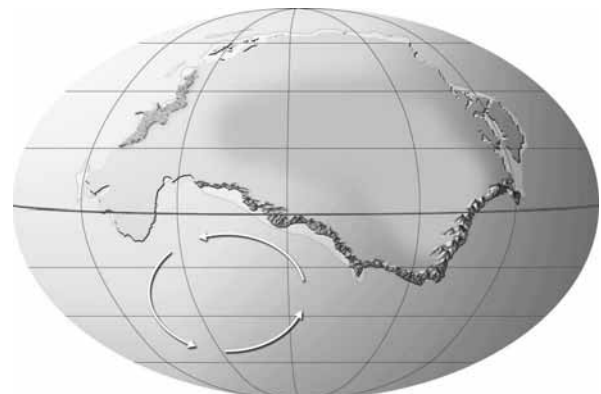
Carte de la Terre dans 5 Ma



Carte de la Terre dans 100 Ma



Carte de la Terre dans 200 Ma



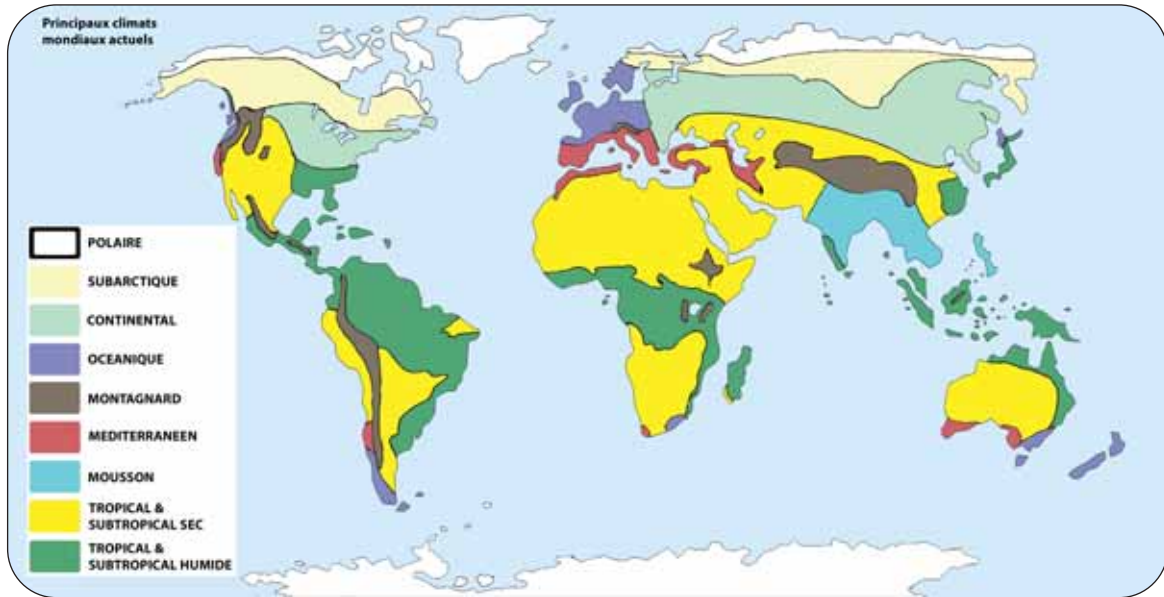
1. Pourquoi les continents semblent-ils plus grands sur la carte + 5 Ma et plus petits sur la carte + 100 Ma que sur la carte du monde actuel ?

2. Recherche les origines possibles de la variation du niveau des mers et classe-les en deux catégories dans le tableau suivant :

Origines possibles de variation du niveau des mers à court terme	Origines possibles de variation du niveau des mers à long terme
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

3. Compare la définition du mot « climat » et du mot « météo ».

4. Voici une carte des principaux climats mondiaux actuels. Décris chacun d'entre eux.



Climat polaire :

.....

Climat subarctique :

.....

Climat (tempéré) continental :

.....

Climat (tempéré) océanique :

.....

Climat montagnard :

.....

Climat (tempéré) méditerranéen :

.....

Climat de mousson :

.....

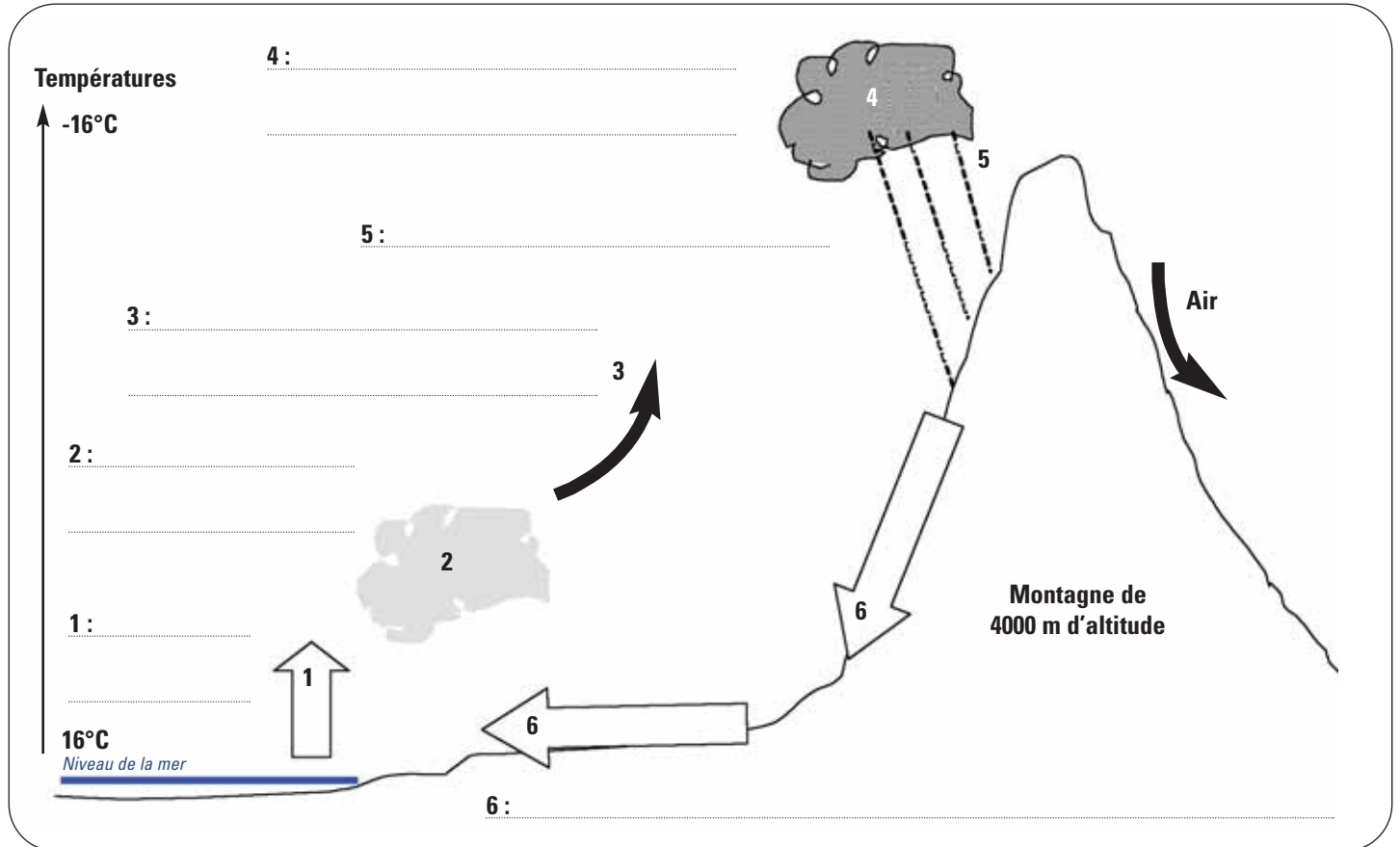
Climat tropical & subtropical sec :

.....

Climat tropical & subtropical humide :

.....

5. Après avoir complété ce schéma, tu pourras comprendre pourquoi le climat que l'on rencontre de chaque côté d'une montagne est différent.



6. D'après la place des continents et les informations qui te sont données, retrouve le type de climat des différentes régions de la planète pour chacune des 3 époques du futur.

La Terre dans 5 Ma ou « LA PERIODE GLACIAIRE »

La température moyenne à la surface du globe est inférieure de 4 à 5°C à celle d'aujourd'hui.

L'Europe est sous les glaces du pôle Nord.
Le climat est : _____

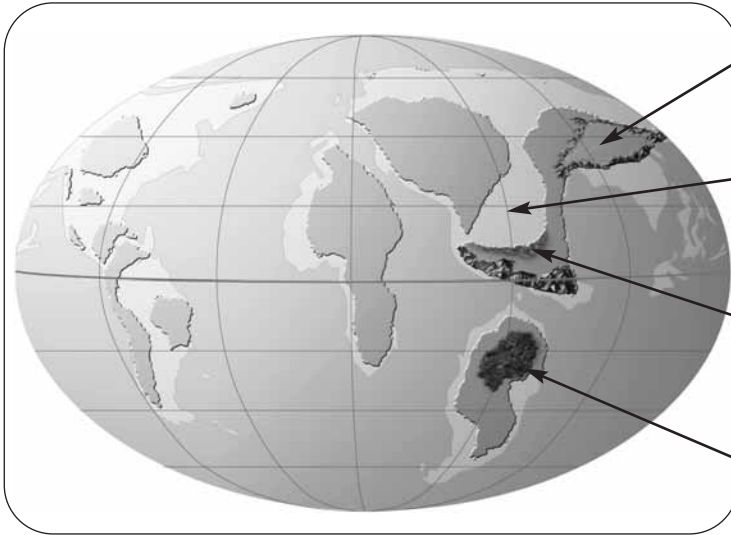
Comme actuellement dans la mer d'Aral, l'eau de la mer Méditerranée a disparu, ne reste que le sel.
Le climat est : _____

L'Amérique du Nord ressemble à la Sibérie actuelle.
Le climat est : _____

L'Amazonie a perdu sa forêt et ressemble aux vastes prairies du centre des Etats-Unis.
Le climat est : _____

La Terre dans 100 Ma ou « LA PERIODE CHAUDE »

La température moyenne à la surface du globe est supérieure de 4 à 5°C à celle d'aujourd'hui.



Le grand plateau est à 10 000 mètres d'altitude.

Le climat est :

Une mer superficielle chaude de 15 mètres de profondeur recouvre une grande partie de l'Eurasie.

Le climat est :

Le marais du Bengale ressemble à la côte de l'actuelle Guyane.

Le climat est :

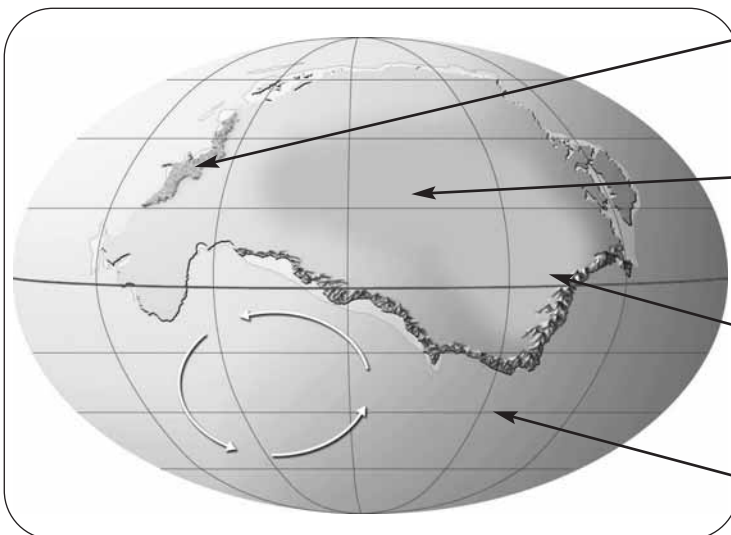
La forêt antarctique ressemble à l'Amazonie actuelle.

Le climat est :

La Terre dans 200 Ma ou « LA PANGEE II »

La température moyenne à la surface du globe est toujours supérieure de 4 à 5°C à celle d'aujourd'hui.

L'attraction de la Lune a ralenti le mouvement de rotation de la Terre sur elle-même (25 heures), ce qui rallonge la durée d'ensoleillement quotidien de l'océan global et entraîne de violentes tempêtes.



La forêt du nord ressemble à l'Amazonie actuelle.

Le climat est :

Le désert central est, en beaucoup plus grand, l'équivalent du Sahara.

Le climat est :

Le désert d'abri correspond à ce que l'on rencontre à l'est de la Sierra Nevada aux Etats-Unis.

Le climat est :

L'océan global correspond à une mer chaude comme on en rencontre actuellement entre les tropiques.

Le climat est :

1. Sur la carte du monde + 5 Ma, replace le nom des espèces suivantes dans la vignette du lieu de vie qui leur correspond :

Baboukari



Rat à toison



Cuirasson



Sabre des neiges



Caracoureur



Fou-baleine

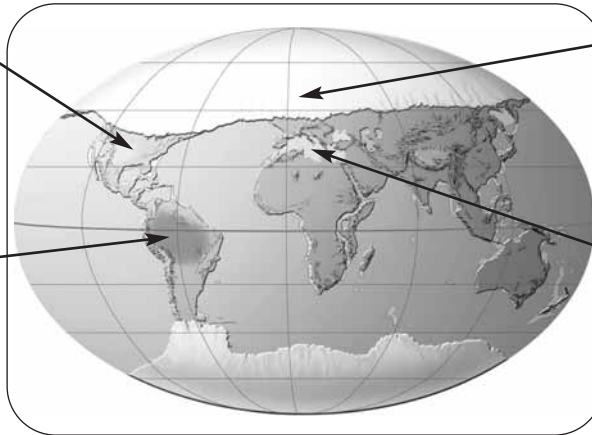


Désert d'Amérique du Nord :

Calotte polaire européenne :

Prairies d'Amazonie souvent incendiées :

Désert salé froid de Méditerranée :



2. Quels sont les problèmes communs que doivent affronter les animaux suivants : *rat à toison*, *sabre des neiges*, *fou-baleine* ?

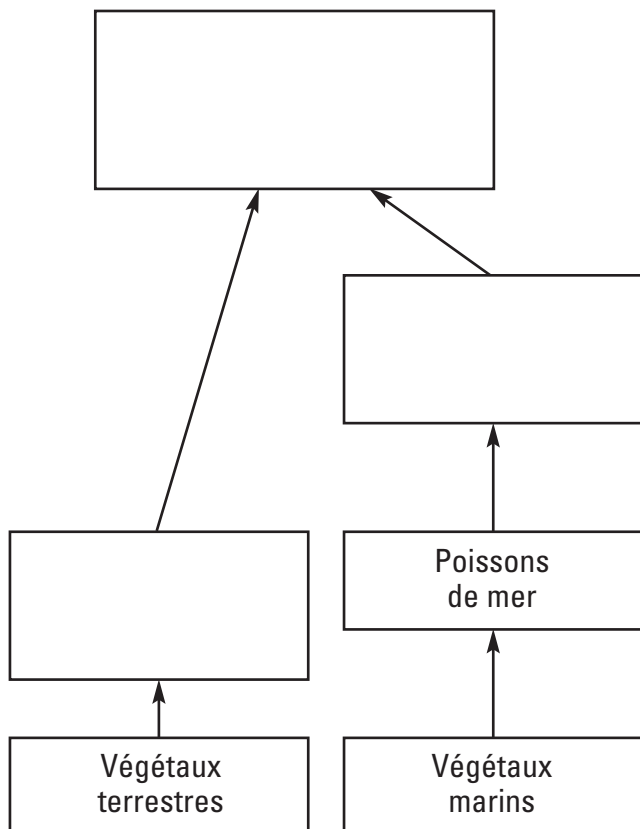
3. Comment ces trois espèces ont-elles réussi à surmonter ces problèmes ?

4. Quel est le problème commun que doivent affronter les animaux suivants : *cuirasson*, *baboukari*, *caracoureur* ?

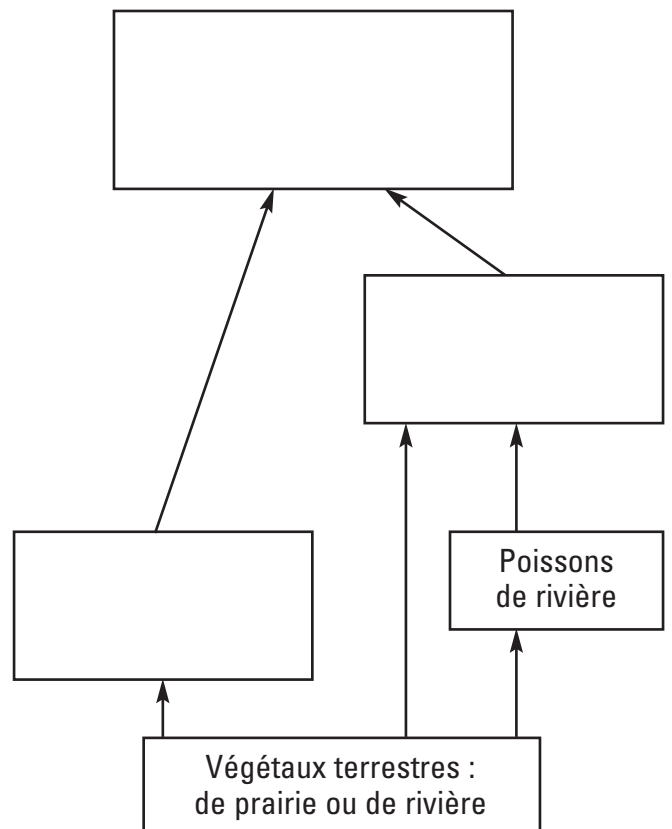
5. Comment ces trois espèces ont-elles réussi à surmonter ce problème ?

6. Pour chacun de ces deux milieux de vie, reconstitue la chaîne alimentaire, c'est-à-dire retrouve comment chacun parvient à survivre et à se nourrir. Une flèche signifie « est mangé par ».

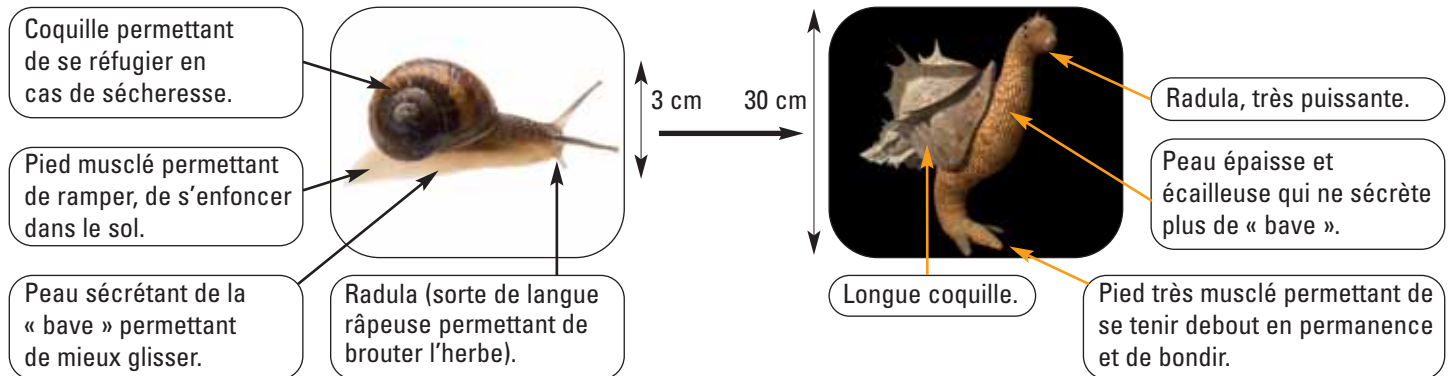
Milieu de vie polaire



Milieu de vie incendié fréquemment



1. La modélisation du *suceur-sauteur* à partir de l'escargot actuel :



a. Combien de temps faudra-t-il à l'escargot actuel pour devenir un *suceur-sauteur* ?

b. Rappelle quel est le lieu de vie du *suceur-sauteur*.

c. Rappelle quelles sont les conditions de vie de ce milieu (raye la mauvaise réponse) :

- Température de l'air (le jour) : *haute - moyenne - basse*
- Température du sol (le jour) : *haute - moyenne - basse*
- Points d'eau : *disponibles - non disponibles*
- Abris humides : *disponibles - non disponibles*
- Type de nourriture disponible : *herbe tendre - broussaille*
- Quantité de nourriture disponible : *faible - importante*

d. Les conditions de vie du *suceur-sauteur* et de l'escargot sont-elles les mêmes ?

e. Pourquoi les scientifiques ont-ils imaginé le *suceur-sauteur* avec une radula si puissante ?

f. Pourquoi les scientifiques ont-ils imaginé le *suceur-sauteur* avec une peau épaisse et écailleuse ?

g. Pour quelles raisons les scientifiques ont-ils imaginé le *suceur-sauteur* se tenant debout ?

- Raison n°1 :
- Raison n°2 :

h. Pour quelles raisons les scientifiques ont-ils imaginé le *suceur-sauteur* ne sécrétant plus de « bave » ?

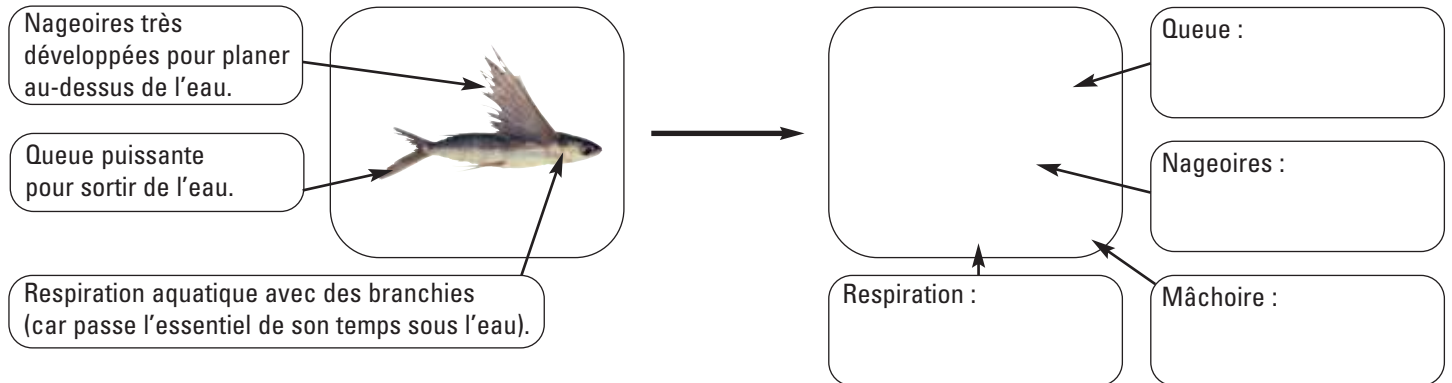
- Raison n°1 :
- Raison n°2 :

i. Pour quelles raisons les scientifiques ont-ils imaginé le *suceur-sauteur* avec une longue coquille ?

- Raison n°1 :
- Raison n°2 :

j. Pour quelle raison les scientifiques ont-ils imaginé le *suceur-sauteur* aussi grand ?

2. La modélisation d'un nouvel animal aquatique de l'époque + 200 Ma à partir de l'exocet actuel :



a. Rappelle quelles sont les conditions de vie dans cet océan.

b. Y a-t-il beaucoup d'animaux à manger dans cet océan ? Lesquels ?

c. Y a-t-il beaucoup de prédateurs dans cet océan ? Lesquels ?

d. Y a-t-il beaucoup de prédateurs dans les airs ? Pourquoi ?

e. D'après tes réponses précédentes, où serait-il logique que notre animal passe l'essentiel de son temps ?

f. D'après tes réponses précédentes, où serait-il logique que notre animal trouve sa nourriture ?

g. Par rapport à l'exocet, quelles modifications sont donc à prévoir ? A chaque fois, justifie ta réponse.

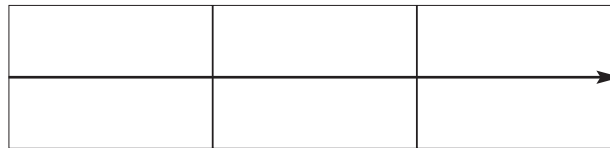
- Queue :
- Nageoires :
- Mâchoires :
- Respiration :

h. De quel animal rencontré dans l'exposition peut-il s'agir ?

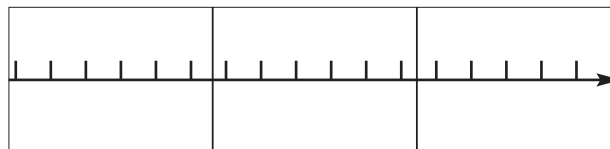
1) Colle bout à bout 3 feuilles de format A4 pour former une frise la plus longue possible.



2) Au milieu de la hauteur de cette bande de papier, trace avec ta règle une droite sur toute la longueur. Termine cette droite par une flèche sur son extrémité droite.



3) Sur toute la longueur de cette droite, pars de la gauche et trace un petit trait de graduation tous les 5 cm.



4) Au-dessus de chaque trait de graduation, inscris des dates de l'histoire de la Terre en enlevant 10 Ma à chaque fois et en partant de la période -300 Ma. Quand tu arrives à 0 Ma (= le monde actuel), inscris les dates en ajoutant 10 Ma au-dessus de chaque trait. Au niveau de la flèche, n'oublie pas d'indiquer que cela représente le temps en millions d'années.

5) Juste sous cette droite, trace une bande de 1,5 cm de large. Cette bande va te servir à indiquer les grandes périodes de l'histoire de la Terre :

- du début de ta graduation jusqu'à -245 Ma, cela correspond au permien qui lui-même fait partie de la catégorie PALÉOZOÏQUE ;
- de -245 à -210 Ma, cela correspond au trias qui lui-même fait partie de la catégorie MÉSOZOÏQUE ;
- de -210 à -145 Ma, cela correspond au jurassique qui lui-même fait partie de la catégorie MÉSOZOÏQUE ;
- de -145 à -65 Ma, cela correspond au crétacé qui lui-même fait partie de la catégorie MÉSOZOÏQUE ;
- de -65 à -1,65 Ma, cela correspond au tertiaire qui lui-même fait partie de la catégorie CÉNOZOÏQUE ;
- de -1,65 à 0 Ma (aujourd'hui), cela correspond au quaternaire qui lui-même fait partie de la catégorie CÉNOZOÏQUE ;
- de 0 à + 200 Ma cela correspond au futur.

6) Dans la bande que tu as dessinée et complétée, colorie chacune de ces périodes d'une couleur différente.

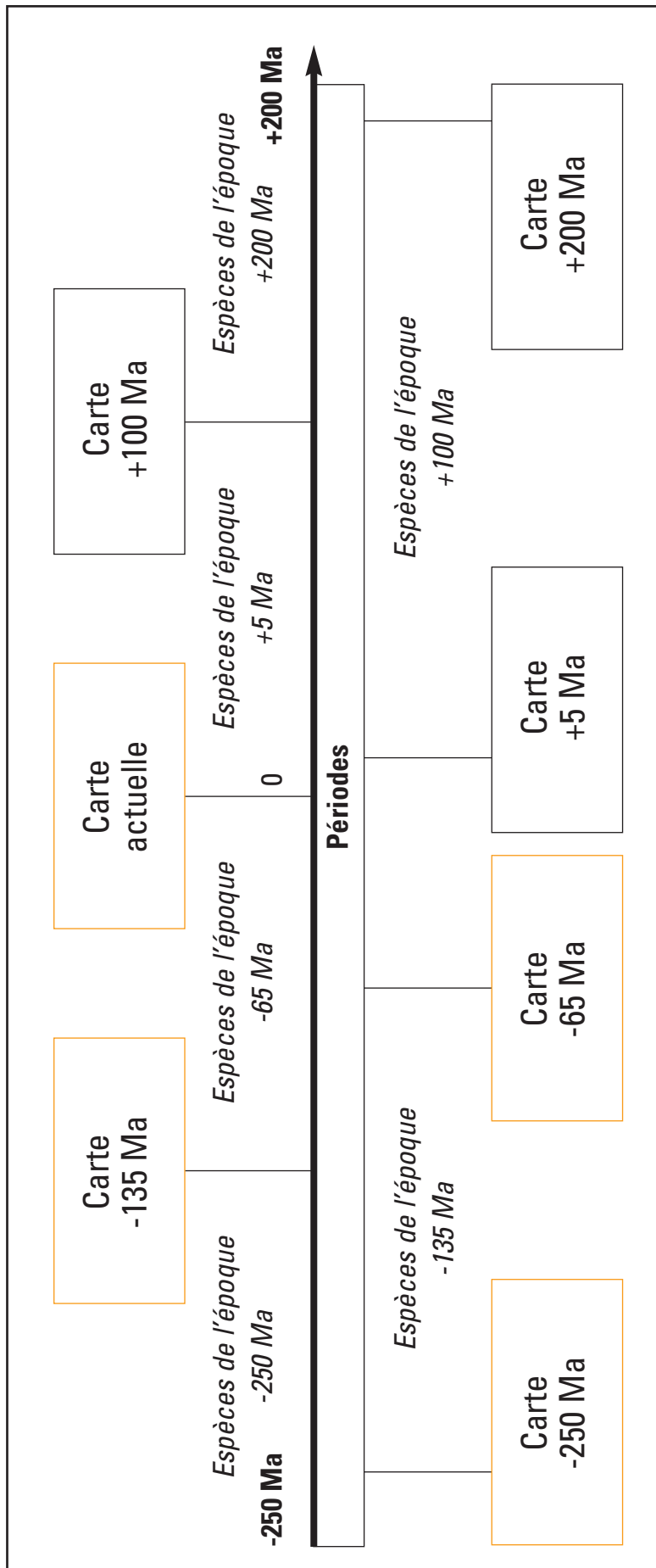
7) Découpe dans ta fiche 1 *Le déplacement des continents* chacune des 7 cartes légendées (en excluant la carte - 200 Ma) et colle-les en face de la date qui leur correspond. Pour avoir la place de les coller toutes, colle-les successivement l'une au-dessous de la bande, la suivante au-dessus... Relie par un trait rouge la date et la carte correspondante.

8) Pour chaque époque du futur (là où il reste de la place, soit au-dessus, soit au-dessous de la frise), inscris le nom des principales espèces rencontrées lors de ta visite de l'attraction *Les Animaux du Futur* au Futuroscope.

9) Pour les périodes du passé, recherche les espèces qui ont dominé la planète.

10) Selon que l'on est en période glaciaire ou en période « chaude », entoure la carte en bleu ou en rouge.

Voici, pour t'aider, un modèle de mise en page mais qui n'est pas à la bonne échelle.



Exercice 1 :

De quels objets indispensables est composé l'équipement de la réalité augmentée ?

1)

2)

3)

Quel est l'objet qui permet de détecter le mouvement de l'utilisateur ?

Quel est l'outil qui permet de détecter la position de l'utilisateur ?

Exercice 2 :

Relie les définitions aux titres correspondants.

INCRUSTATION

DIFFUSION
FINALE

FILMAGE
DU DÉCOR

EMBARQUEMENT

Le film, enrichi par ces créatures virtuelles animées, est restitué en temps réel sur les écrans des jumelles, ce qui a pour effet de donner aux visiteurs une impression saisissante de réalité.

Le visiteur-explorateur embarque à bord du véhicule d'expédition. Il est équipé de jumelles de réalité augmentée et d'un bracelet capteur. Cet équipement permet de manipuler des objets virtuels en 3D dans un environnement réel.

Sur le film réalisé, l'ordinateur incruste en temps réel des animaux virtuels en 3D.

La caméra intégrée aux jumelles filme le décor observé. L'ensemble est envoyé vers l'ordinateur.

Exercice 3 :

Complète le schéma de fonctionnement de la *réalité augmentée* à l'aide des étiquettes proposées ci-dessous.

