

Bienvenue à bord du SAGA !



Sommaire

Prépare-toi !

1. Que vas-tu découvrir ?
2. Quelques repères historiques
3. Lexique

Découvre le SAGA !

1. La naissance du SAGA
2. Fonctionnement du SAGA
3. Innovations du SAGA
4. La renaissance du SAGA

Qu'as-tu retenu ?

1. Bilan
2. Dessine-moi un SAGA !

Prêt pour
partir à la
découverte
du SAGA ?



Avant de commencer

Ce questionnaire va te guider durant ta découverte du SAGA. Il te permettra de mieux comprendre la création de ce sous-marin. Mais pour apprendre tous ses secrets, il va te falloir écouter attentivement !

Tu devras aussi :



Répondre aux questions...



Noter ou tracer...



Lire et comprendre...





1. QUE VAS-TU DÉCOUVRIR ?

Le SAGA est le plus grand sous-marin civil et industriel existant à ce jour. Il a été développé en France, et plus précisément à Marseille, dans les années 1980. À l'époque, il était le premier prototype d'une nouvelle génération de sous-marins industriels : des sous-marins capables d'intervenir de façon indépendante vis-à-vis de la surface, avec des plongeurs ou des robots.



Le SAGA est aujourd'hui entreposé dans un hangar de l'Estaque, où il est entretenu par une association :

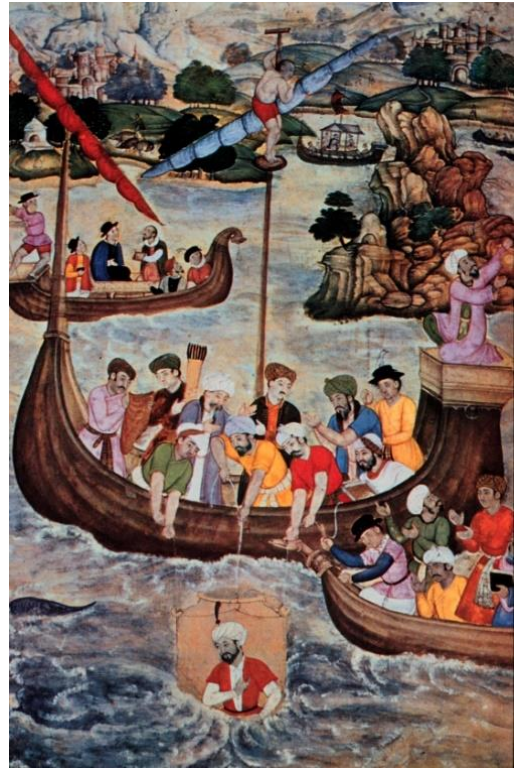


2. QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES

De la légende « d'une machine pour aller sous l'eau » ...

En 325 avant J.-C., Alexandre le Grand lui-même serait resté quelques heures dans un tonneau avec une vitre nommée « Colympha ». Cette expérience, relatée par Aristote, permit au roi macédonien de découvrir les fonds marins par 10 mètres de profondeur.

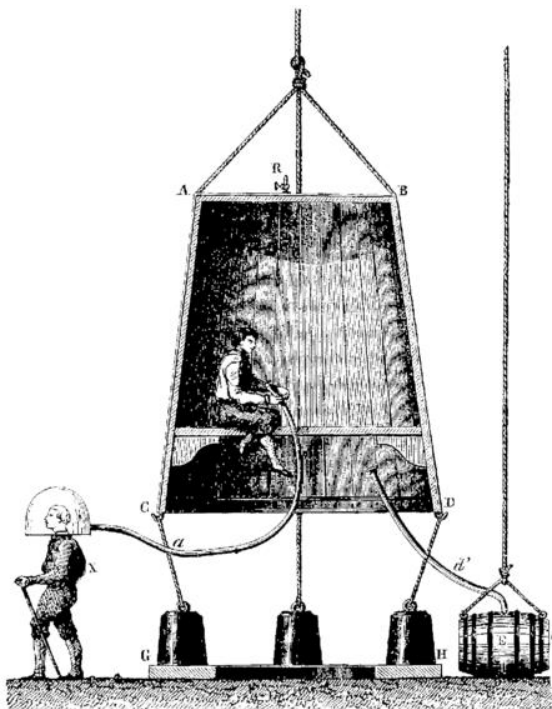
Alexandre le Grand (peinture du 16^e siècle)



... à la cloche de plongée

Au début du 18^e siècle, l'ingénieur britannique Edmond Halley crée la cloche de plongée, en s'inspirant des travaux de l'inventeur français Denis Papin. Déjà, les plongeurs peuvent sortir explorer les environs, respirant au moyen d'un tuyau relié à la cloche.

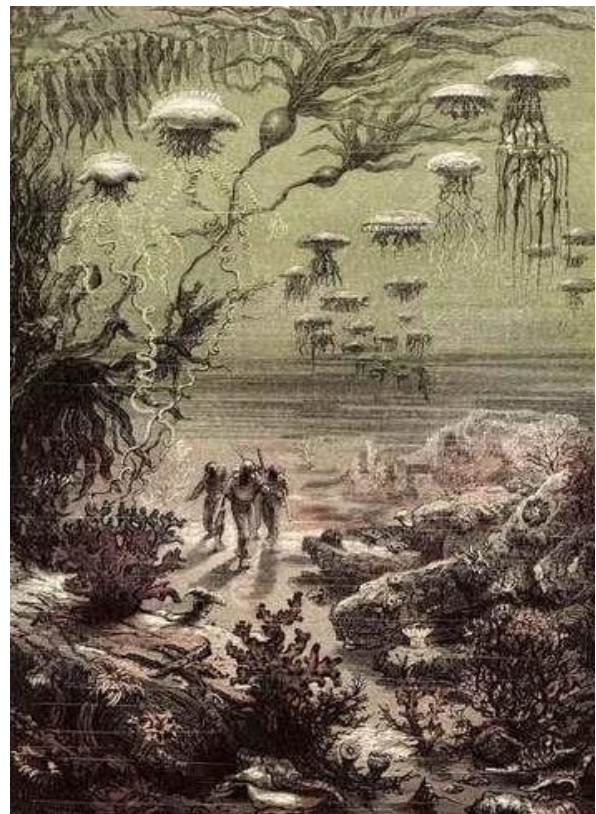
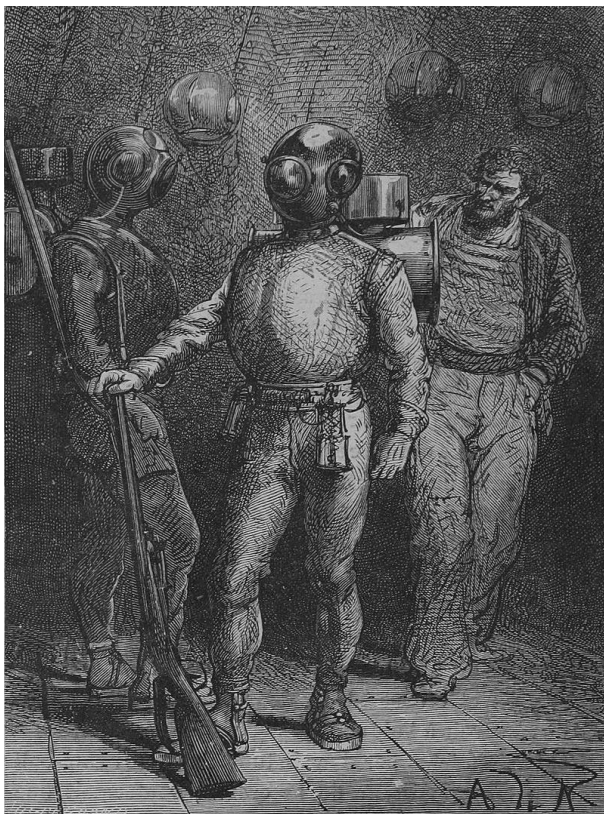
La cloche à plongeur d'Edmond Halley (1720)



2. QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES...

Jules Verne et les scaphandres

En 1857, l'Exposition Universelle de Paris influence fortement Jules Verne. L'auteur s'y émerveille devant un aquarium géant, qui lui inspire l'immense hublot de son fantastique Nautilus. Il assiste aussi à des démonstrations en piscine du scaphandre phare de la société Rouquayrol-Denayrouze. Impressionné, Verne décide de l'évoquer dans son roman *20 000 lieues sous les mers* : le scaphandre Rouquayrol-Denayrouze est le modèle du scaphandre de son personnage ne vivant « que dans et de la mer », le Capitaine Nemo. L'auteur extrapole cependant les capacités de l'appareil : alors que le véritable scaphandre Rouquayrol-Denayrouze ne dispose que de 30 minutes d'autonomie pour une profondeur de 10 mètres, le capitaine Nemo peut rester en sortie pendant 10 heures par 300 mètres ! Notons qu'il fallut attendre un siècle avant que les performances des scaphandres atteignent véritablement celles de l'appareil pensé par Jules Verne !



Scaphandres autonomes imaginés par Jules Verne et son illustrateur Alphonse de Neuville pour l'édition illustrée de 20 000 lieues sous les mers du 16 novembre 1871.



2. QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES...

Cousteau et « les Mousquemers »

Ancien officier de la Marine nationale, Cousteau devient explorateur océanographique. Dans la seconde moitié du 20^e siècle, cet amoureux de la mer s'associe avec d'autres pionniers de la plongée sous-marine de loisirs pour former « les Mousquemers ». Ils sont à l'origine des premiers films sous-marins, tel que *Le Monde du Silence* (oscarisé en 1956).

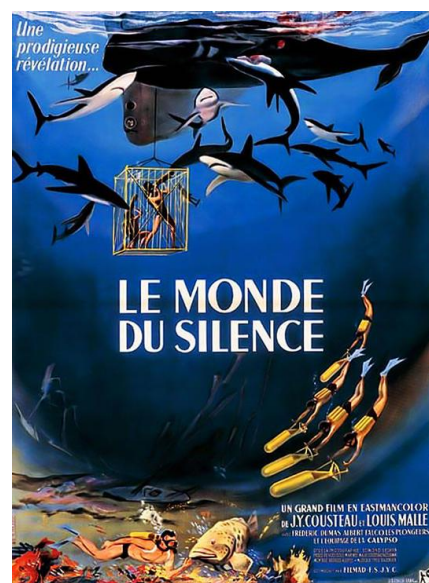


La Comex

En 1961, Henri Delauze fonde la Compagnie Maritime d'Expertises (Comex). L'entreprise se met d'abord au service de l'industrie pétrolière et de l'offshore, puis se concentre progressivement sur l'ingénierie hyperbare et le service sous la mer. Elle est une industrie pionnière en matière de plongée profonde.



L'entrée de la Comex aujourd'hui



L'affiche du film des Mousquemers



2. QUELQUES REPÈRES HISTORIQUES...

Les dates marseillaises qui ont compté dans l'histoire de la plongée

- 1948** : Création de la *Fédération des Sociétés de Pêche à la Nage*. C'est l'une des premières fédérations de plongée du monde.
- 1952** : Fouilles d'épaves romaines au large de l'archipel de Riou. Elles sont menées par le Commandant Cousteau à bord de *La Calypso*.
- 1962** : Opération Diogène (Précontinent I). Albert Falco et Claude Wesly sont les premiers hommes à vivre pendant 7 jours par 10 mètres de fond, dans une Maison sous la mer créée par le Commandant Cousteau.
- 1991** : Découverte par Henri Cosquer d'une grotte dans la calanque de la Triperie, au cap Morgiou. Les murs sont ornés de peintures et gravures datant de 27 000 ans avant J.-C.
- 1992** : Record de plongée en caisson. Théo Mavrostomos descend à -701 mètres.



La « Calypso » ancrée à Marseille.

Le plongeur Mavrostomos





2. LEXIQUE

Anaérobie : se dit d'un moteur, ou d'un système de propulsion, pouvant fonctionner longtemps sans utiliser d'air extérieur. Il évite au sous-marin de rester en surface ou de sortir un tube d'air, et augmente donc l'autonomie en plongée.

Argyronète : du grec « *arguros* », argent, et « *neo* », je file. Araignée aquatique qui vit sous l'eau dans une cloche de soie qu'elle file et sous laquelle elle accumule de l'air qu'elle va chercher à la surface et fixe aux poils de son abdomen. Elle stocke ainsi une réserve d'air qui lui permet de rester sous l'eau et de vivre dans sa petite maison sous-marine.

Ballasts : abréviation de l'anglais « *water-ballast* », de « *water* », eau, et « *ballast* », lest. Compartiment étanche dont le remplissage à l'eau de mer permet à un sous-marin de plonger. Vidanger (= vider) les ballasts permet au sous-marin de revenir en surface.

Corrosion : du latin « *corrosio* », ronger. Dégradation d'un matériau sous l'action du milieu ambiant, ici l'eau de mer.

Cryogénie : dans notre cas, liquéfaction des gaz de l'air par passage à une basse température (-154°C) et stockage dans des bonbonnes.

Décompression : diminution de la pression qui s'exerce sur l'organisme d'un sujet après que celui-ci ait été soumis à une pression supérieure à la pression atmosphérique (c'est notamment le cas de la pression dans l'eau). Lorsque l'on plonge, sous cette pression, l'air se dissout dans notre corps. À la remontée, l'azote (présent dans l'air et dissout dans notre corps) va sursaturer et former des bulles dans nos tissus, ce qui peut provoquer des accidents de décompression. Pour les éviter, il faut respecter des paliers de décompression, c'est-à-dire des arrêts au cours de la remontée permettant d'éliminer une quantité d'azote suffisante à chaque fois pour empêcher la formation de bulles.

Hydrophone : microphone destiné à être utilisé sous l'eau. Transforme, dans un liquide, les ondes acoustiques en signaux électriques.

Hyperbare : se dit d'une enceinte où la pression est supérieure à la pression atmosphérique (c'est le cas de la pression de l'eau). Un caisson hyperbare est ainsi un cylindre métallique étanche transportant un plongeur vers une chambre hyperbare sous-marine.

IFREMER : établissement public français chargé de recherches et de développement des technologies pour l'exploitation des ressources de la mer.

2. LEXIQUE...



Ingénierie : étude d'un projet industriel sous tous ses aspects (techniques, économiques, financiers, monétaires et sociaux).

Kevlar : fibres textiles d'aramide. Les propriétés du Kevlar sont la robustesse, la légèreté, la résistance au feu et à la corrosion.

Logistique : ensemble de méthodes et de moyens relatifs à l'organisation d'une opération. Comprend la manutention, le transport, le conditionnement, les approvisionnements.

Matériau composite : assemblage no-homogène d'au moins deux composants. Ceux-ci se pénètrent sans se mélanger totalement, le matériau composite est donc hétérogène. L'association confère à l'ensemble des propriétés qu'aucun des composants, pris séparément, ne possède.

Matériau sandwich : matériau formé par collage de trois couches. Il est constitué d'un cœur, généralement tendre et léger, pris en sandwich entre deux peaux rigides et résistantes. Ce type de matériau a d'excellentes caractéristiques d'isolation thermique.

Nucléaire : énergie issue du noyau de l'atome.

Océanaute : plongeur capable de vivre plusieurs jours à de grandes profondeurs, réelles ou simulées.

Offshore : de l'anglais « *off shore* », « au large des côtes ». Se dit des technologies marines dans l'industrie pétrolière.

Périscopes : tube métallique équipé d'un système optique qui permet à un sous-marin en plongée d'observer la surface de l'eau.

Pionnier : se dit de quelqu'un étant le premier à faire quelque chose, ouvrant la voie.

Pressurisation : technique permettant de maintenir à l'intérieur du sous-marin une pression constante et satisfaisante pour l'organisme humain.

Robotique : science et technique de la conception et construction de robots.
Le petit plus : l'intelligence artificielle est un ensemble de théories et techniques mises en œuvre pour réaliser des machines capables de simuler l'intelligence humaine.

Scaphandre : équipement lourd et individuel de plongée sous-marine.



ÉTAPE 1 : LA NAISSANCE DU SAGA



Tu t'apprêtes à découvrir la genèse de la création du SAGA. Tu pourras ainsi mieux comprendre comment est né ce sous-marin, et quels enjeux l'entouraient.

Écoute bien, et bonne découverte !



1. En 1960, la France s'intéresse de près au développement de l'exploitation pétrolière. Afin d'y prendre part, deux projets sont étudiés :

- **les maisons sous la mer**..... du Commandant Cousteau,
- **les maisons sur la mer**..... d'Henri Delauze.



2. Combien d'expériences *Précontinent* réalisent Cousteau et son équipe ?

Ils réalisent trois expériences.

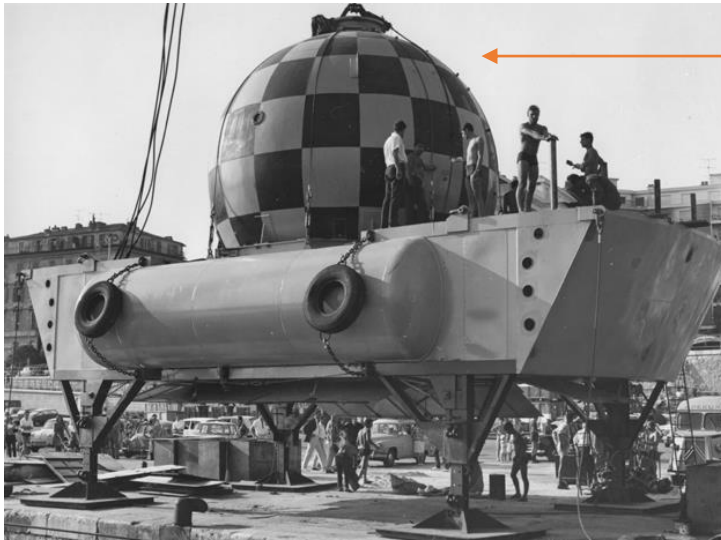


3. Regarde la photo suivante, et observe la forme de cette base sous-marine. De quelle opération s'agit-il ?

Indice : l'opération s'est déroulée à Nice.



ÉTAPE 1 : LA NAISSANCE...



Précontinent 3.....



4. Complète avec les lettres manquantes.

« La Comex développe un système de caissons h **y p e r b a r** es. »



5. Est-ce que les projets de Cousteau et Delauze conviennent à l'exploitation pétrolière ? Pourquoi ?

Les projets ne conviennent pas. Les maisons sous la mer et les maisons sur la mer nécessitent une logistique trop importante pour l'exploitation pétrolière.



Le Sais-tu ?

La Comex détient le record du monde de profondeur : en 1992, soit 30 ans après le début du projet « Maisons sur la mer », le plongeur marseillais Théo Mavrostomos descend à 701 mètres de profondeur.



6. Qu'est-ce que l'Argyronète ? Est-elle sous ou sur la mer ? Complète aussi les adjectifs avec les lettres manquantes.

« Une maison **sous** la mer, a **u t o n o m e** & **p r o p u l s é e** . »



ÉTAPE 1 : LA NAISSANCE...



7. Dessine l'animal auquel le nom du sous-marin fait référence.



8. Est-ce que le sous-marin est construit dans sa totalité ? Si non, qu'est ce qui est construit ?

Non, seule la coque est construite.



9. À quelle problématique la Comex et l'IFREMER souhaitent-ils répondre lorsqu'ils développent le projet Argyronète ?

Problématique de l'exploitation pétrolière : les aléas météorologiques.



10. Que veut dire SAGA ?

Sous-marin d'Assistance à Grande Autonomie



11. En quelle année le SAGA réalise-t-il sa première plongée ? Entoure la bonne réponse.

1985

1987

1988



12. Le SAGA est mis à disponibilité pour 3 types de travaux : quels sont-ils ?

- l'**offshore pétrolier**
- la **recherche scientifique**
- les **missions d'intérêt général**

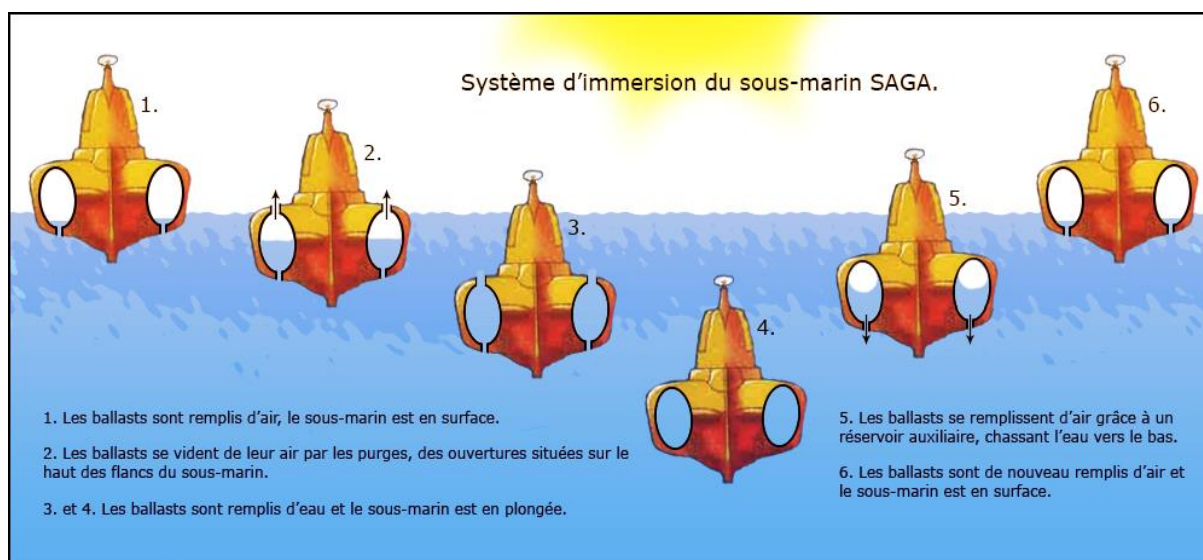


ÉTAPE 2 : FONCTIONNEMENT DU SAGA

Tu vas maintenant
apprendre le
fonctionnement de
ce merveilleux
sous-marin !



1. Imagine que le SAGA souhaite ici s'immerger, puis remonter à la surface : colorie avec du bleu les ballasts selon le remplissage d'eau à chaque étape. Dessine aussi des flèches pour indiquer les mouvements de l'air et de l'eau.



2. Dans quelle partie du sous-marin les plongeurs évoluent-ils ?

Les plongeurs évoluent dans l'habitat hyperbar.....



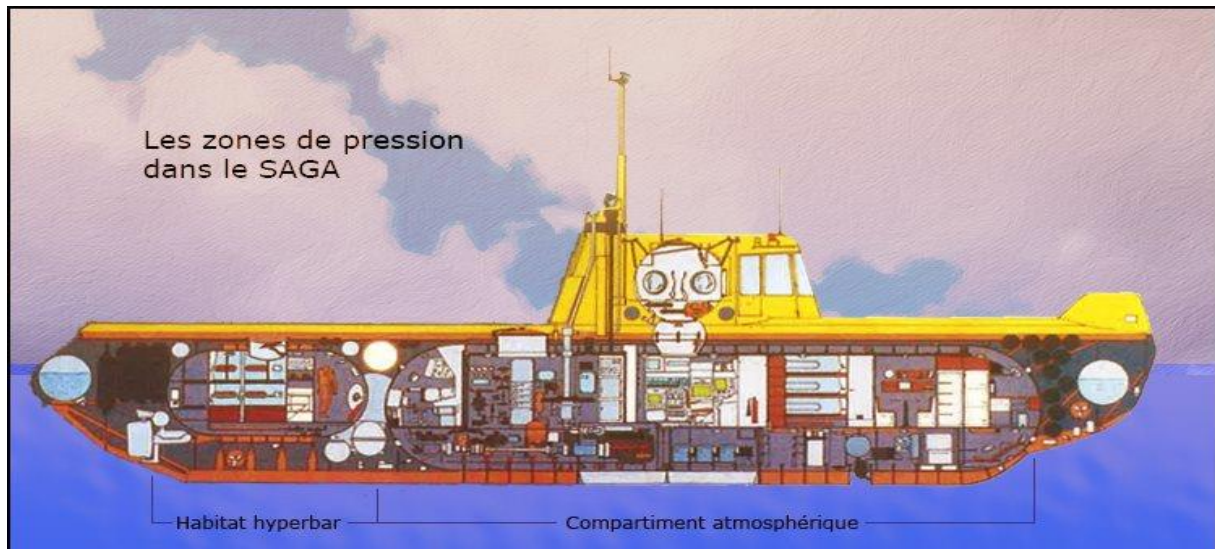
ÉTAPE 2 : FONCTIONNEMENT...



3. Retrouve les paires de mots, et complète le schéma :

Habitat/Compartiment

Atmosphérique/Hyperbar



4. Quelle sont la longueur et la largeur du SAGA ?

Le SAGA fait 28.06 mètres de longueur et 7.40 mètres de largeur. ...



Le Sais-tu ?

Cousteau désirait créer un sous-marin ayant la même longueur que la plus grande baleine alors découverte. Il s'agissait d'une baleine bleue.



5. Combien peut-il y avoir de membres d'équipage ? de plongeurs ?

Il peut y avoir maximum 6 membres d'équipage et 6 plongeurs.



6. Combien de jours le SAGA peut-il rester en immersion ? Entoure la bonne réponse.

14

21

28

ÉTAPE 3 : INNOVATIONS DU SAGA



Le projet SAGA a donné
lieu à une série
d'innovations, que tu es
sur le point de découvrir.
Écoute attentivement !



1. Qu'améliorent les innovations réalisées avec le SAGA ?

Les innovations améliorent l'autonomie en plongée du SAGA.



2. Avec quoi sont alimentés les moteurs Stirling ?

Les moteurs Stirling sont alimentés en oxygène.



3. Ce fluide est stocké dans deux réservoirs : quelle est leur particularité ?
Indice : le mot scientifique se trouve dans ton lexique. Attention : c'est froid !

Ce sont des réservoirs cryogéniques.



4. Qu'est-ce que les matériaux composites permettent de diminuer ?

Ces matériaux diminuent fortement le poids dans l'eau.



5. Comment s'appellent les matériaux utilisés pour fabriquer les
scaphandres à faible consommation énergétique ? *Indice : ça se mange.*

Ce sont des matériaux sandwich.



6. Complète la phrase suivante avec le mot manquant.

« Un **ordinateur** assiste le pilotage via un système de supervision et un
système de régulation d'énergie. »



ÉTAPE 4 : LA RENAISSANCE DU SAGA

Tu vas maintenant
entendre la suite
des aventures du
SAGA.



1. Pourquoi le SAGA est-il progressivement abandonné ? Coche les 4 bonnes réponses.

- ☒ Le SAGA coûte trop cher ;
- ☐ Le moteur du SAGA ne fonctionne plus correctement ;
- ☐ Les hommes ne s'intéressent plus aux travaux sous-marins ;
- ☒ Les exploitations *offshores* sont déplacées au large de l'Afrique ;
- ☐ Le moteur nucléaire installé est trop dangereux pour l'équipage ;
- ☒ Le SAGA est trop bruyant et visible ;
- ☒ Le projet nucléaire est abandonné.



2. Quand le SAGA est-il mis sous cocon ? Où est-il entreposé ?

Il est mis sous cocon en 1990, dans le hangar de l'Estaque où il fut construit.



3. Qui redécouvre le SAGA en 2010 ? Dans quel état est-il ?

L'association Les Compagnons du SAGA redécouvre le SAGA. Rien n'a bougé.



4. Comment le hangar est-il nommé aujourd'hui ?

Le hangar s'appelle aujourd'hui l'espace SAGA.



1. BILAN



Ta découverte est maintenant terminée, et le SAGA n'a plus de secrets pour toi. Vérifions ensemble que tu as bien tout retenu !

Remplis la grille de mots-croisés en fonction des indices pour chaque ligne. Une fois remplie, ta grille fera apparaître un mot caché !

1.		H	Y	P	E	R	B	A	R		
2.	C	O	M	E	X						
3.		S	C	A	P	H	A	N	D	R	E
4.		B	A	L	L	A	S	T	S		
5.	A	R	G	Y	R	O	N	È	T	E	
6.			I	F	R	E	M	E	R		
7.				S	A	G	A				
8.			E	S	T	A	Q	U	E		
9.		P	É	R	I	S	C	O	P	E	
10.		C	R	Y	O	G	É	N	I	E	
11.	P	I	O	N	N	I	E	R			

1. BILAN



Indices :

1. Se dit d'une enceinte où la pression est supérieure à la pression atmosphérique (c'est le cas de la pression de l'eau).
2. Société spécialisée dans l'ingénierie du monde sous-marin, qui a financé la construction du SAGA.
3. Équipement lourd et individuel de plongée sous-marine.
4. Compartiment étanche dont le remplissage à l'eau de mer permet à un sous-marin de plonger.
5. Nom de la première coque du SAGA. Il s'agit aussi d'une araignée aquatique qui vit sous l'eau dans une cloche de soie qu'elle file et sous laquelle elle accumule de l'air qu'elle va chercher à la surface et fixe aux poils de son abdomen.
6. Établissement public français chargé de recherches et de développement des technologies pour l'exploitation des ressources de la mer.
7. Nom du plus grand sous-marin civil construit au monde.
8. Quartier de Marseille dans lequel repose le SAGA.
9. Tube métallique équipé d'un système optique qui permet à un sous-marin en plongée d'observer la surface de l'eau.
10. Dans notre cas, liquéfaction des gaz de l'air par passage à une basse température (-154°C) et stockage dans des bonbonnes.
11. Se dit de quelqu'un étant le premier à faire quelque chose, ouvrant la voie.

2. DESSINE-MOI UN SAGA !



Pour terminer
cette découverte,
dessine-nous le
SAGA que tu
imagines !



Ça nous fera
plaisir de voir
ta vision du
SAGA !



Les Compagnons du SAGA,
149, Plage de l'Estaque
13016 MARSEILLE (France)

À bientôt pour
de nouvelles aventures !

