

PÉTROLE, NOUVEAUX DÉFIS

**Une exposition présentée du 10 février au 15 août 2004
à la Cité des sciences et de l'industrie**

L'exposition *Pétrole, nouveaux défis*, marque le deuxième temps fort du programme "Gérer la planète" à la Cité des sciences et de l'industrie.

En montrant les défis et les enjeux contemporains de l'exploration et de la production pétrolières, la Cité des sciences et de l'industrie lance une réflexion sur l'avenir des hydrocarbures. Elle s'inscrit dans un débat public, plus large, sur le partage des ressources énergétiques mondiales et le développement durable.

L'exposition *Pétrole, nouveaux défis*, qui ouvre le 10 février 2004 à la Cité des sciences et de l'industrie, est conçue avec le soutien du groupe Total, 4^e groupe pétrolier mondial. Elle invite le visiteur à découvrir l'aventure de la prospection et de la production pétrolières modernes à travers un parcours en cinq étapes sur deux étages. Le premier étage dévoile l'univers géologique du pétrole, le second celui de la production, en surface.

Dès l'abord de l'exposition, la curiosité du visiteur est piquée. Suggérant un fragment de la couche terrestre, un empilement de carottes de forage habille sur 6 mètres de haut la façade principale. Les cylindres d'acier qui constituent leur coque de protection s'ouvrent progressivement et laissent apparaître des matières naturelles à la granulométrie et aux couleurs variées. Au cours de la visite, le jeu de circulation entre les deux étages, jalonnés par des ambiances visuelles et sonores servant de transition, marque le passage d'une thématique à une autre dans une scénographie spécifique sur 1000 m².

Voyage en terre pétrolière, tout d'abord, fait remonter le visiteur dans l'histoire de la Terre. Long de plusieurs millions d'années, ce voyage raconte la mystérieuse alchimie géologique à l'origine des hydrocarbures. Un film, des manipulations interactives et des "carottes" (échantillons cylindriques de roches sédimentaires) font comprendre les étapes caractéristiques de l'émergence d'un système pétrolier. Parallèlement à cette épopée géologique, un ensemble d'éléments (photos, maquettes, objets, multimédia...) illustre les compétences scientifiques et technologiques complexes utilisées dans l'exploration et la production des hydrocarbures. A l'issue de cette première partie, un constat s'impose : bien identifiées, les ressources en hydrocarbures conventionnels sont, aujourd'hui, largement exploitées.

Commencent alors pour le visiteur trois périple en terre pétrolière, sur la piste des hydrocarbures "non-conventionnels". Il s'agit de gisements que seuls les récents progrès scientifiques et technologiques ont permis d'exploiter.

Dans **Histoire vénézuélienne**, il prend conscience de l'extraordinaire richesse pétrolière de la région de l'Orénoque aux réserves comparables à celles du Moyen Orient. Mais le pétrole de l'Orénoque, visqueux et lourd, ne sort pas spontanément de la roche réservoir. Échantillons géologiques et manipulations interactives retracent l'histoire géologique tourmentée de cette région, à l'origine de cet hydrocarbure d'une nature particulière. Gagnant le niveau supérieur de l'exposition, le visiteur assiste, grâce à une projection vidéo, aux étapes successives de l'exploration et de la production des pétroles ultralourds du projet Sincor, puis à celles de leur transformation en pétrole de synthèse.

Plus loin, **Histoire en mer du Nord** présente les difficultés surmontées par les ingénieurs et les techniciens qui travaillent sur le projet Elgin-Franklin. Telle une gigantesque cocotte-minute, les 6 000 mètres de sédiments piègent les hydrocarbures en les soumettant à des conditions de température et de pression très élevées. Des films, des maquettes - dont une impressionnante tour de forage de 4 mètres de haut (échelle 1/25^e) - illustrent les défis scientifiques et technologiques remportés au quotidien pour produire ces hydrocarbures.

Enfin, dans **Rendez-vous en Angola**, rejoignant le niveau inférieur, le visiteur plonge au fond de l'océan vers les grands fonds du projet Girassol. A une centaine de kilomètres au large de l'Angola, le futur fleuve Zaire a entaillé la bordure continentale d'un véritable canyon, puis rejeté au large les boues sédimentaires qu'il charriait. Au fil du temps, ces premiers sédiments, riches d'une abondante matière organique, ont été enfouis à une profondeur de plusieurs kilomètres, ce qui a favorisé leur transformation en un pétrole d'excellente qualité. Maquettes, films et manipulation d'échantillons de "boues de forage" montrent les difficultés liées à l'exploration et à la mise en production de ce champ pétrolier situé sous plus de 1 500 mètres d'eau et autant de roches. Chercheurs, ingénieurs et techniciens s'efforcent ainsi de trouver des solutions afin d'exploiter dans les meilleures conditions ces nouvelles ressources d'hydrocarbures. Peu après, le visiteur va découvrir les résultats d'une campagne d'exploration des grandes profondeurs, fruit d'une collaboration originale entre Total et l'Institut français de recherche et d'exploitation de la mer (Ifremer). La maquette du robot sous-marin Victor, un film et des coquilles de bivalves et de galathées mettent en valeur un phénomène inattendu. A ces profondeurs, dans le noir absolu, toute une chaîne alimentaire s'organise à partir des suintements naturels du méthane et rappelle que les hydrocarbures sont, à l'origine, une matière naturelle.

Aboutissement de ce parcours, la dernière partie, **Une demande énergétique toujours plus forte**, délimite les termes et les enjeux du débat sur les conditions de production du pétrole. Des colonnes, portions de pipelines ou empilements de barils, symbolisent la maîtrise de la matière et la valeur de l'or noir. Ajourées, percées de fenêtres présentant objets, images et données statistiques, ces colonnes servent de supports aux nombreuses questions politiques, éthiques, environnementales posées par les hydrocarbures.

Le débat est ouvert sur le partage des ressources énergétiques de la planète. L'exposition *Pétrole, nouveaux défis*, qui a bénéficié de la contribution scientifique de l'Institut français de recherche et d'exploitation de la mer (Ifremer), poursuit le programme "Gérer la planète" que la Cité des sciences et de l'industrie consacre au thème du développement durable de 2003 à 2005. Inauguré avec l'exposition *Climax*, le programme "Gérer la planète" proposera d'autres expositions telles que *Soleil, mythes et réalités*, fin mars et *Opération carbone*, une expérience pilote en Amazonie en mai. A ces expositions sont associées une programmation de films, des ressources documentaires à la médiathèque et une offre en ligne constamment enrichie, qui constituent un moyen très complet pour comprendre les sujets abordés.

Sommaire du dossier de presse

Un parcours à la découverte de l'or noir p. 4

Voyage en terre pétrolière p. 4

Histoire vénézuélienne p. 7

Histoire en mer du Nord p. 8

Rendez-vous en Angola p. 10

Une demande énergétique toujours plus forte p. 12

La scénographie, outil de médiation culturelle et scientifique p. 16

Générique de l'exposition et Conseil scientifique de l'exposition p. 18

Autour de l'exposition p. 19

Les partenaires de l'exposition

Informations pratiques

Exposition *Pétrole, nouveaux défis*

présentée du 10 février 2004 au 15 août 2004

Cité des sciences et de l'industrie

30, avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris (Métro Porte de la Villette)

Ouvert tous les jours sauf lundi, de 10h à 18h (jusqu'à 19h le dimanche)

Tarifs : 7,50 € , 5,50 € TR

Information du public

01 40 05 80 00, www.cite-sciences.fr

Information presse

Parcours de l'exposition

A la découverte de l'or noir

Deuxième exposition du programme "Gérer la planète" que la Cité des sciences et de l'industrie consacre durant trois ans au développement durable, l'exposition *Pétrole, nouveaux défis*, conçue avec le soutien du groupe Total, quatrième groupe pétrolier mondial, invite à découvrir l'univers de l'exploration et de la production pétrolières modernes. En expliquant comment les progrès scientifiques et technologiques permettent d'atteindre des gisements d'hydrocarbures, encore inexploités il y a peu, la Cité des sciences et de l'industrie aborde la question de l'utilisation des énergies fossiles sous l'angle du développement durable. Elle ouvre ainsi la voie à une réflexion sur l'avenir énergétique de la planète.

Cinq grandes parties ponctuent le parcours. **Voyage en terre pétrolière** explique quand, pourquoi et comment les hydrocarbures sont apparus sur terre.

Histoire vénézuélienne, Histoire en mer du Nord, Rendez-vous en Angola illustrent en trois exemples, les défis technologiques et scientifiques relevés quotidiennement par l'industrie pétrolière. Dernière partie de l'exposition, **Une demande énergétique toujours plus forte** invite le visiteur à s'interroger sur l'avenir des hydrocarbures et sur celui de la planète.

Voyage en terre pétrolière

1 Bouillonnement du magma, bruits d'éruptions volcaniques et éclairages étudiés se conjuguent pour évoquer le passé de la Terre. On remonte le temps, plusieurs millions d'années en arrière : comment se sont formés les hydrocarbures ? Une frise présente les photographies de différentes espèces de micro-fossiles. En vis-à-vis, des reconstitutions successives du déplacement des continents témoignent du temps écoulé. La mystérieuse alchimie géologique à l'origine des hydrocarbures commence.

Sept étapes, ni plus, ni moins

L'existence d'un "système pétrolier" est indispensable à l'apparition des hydrocarbures dans la nature. Les sept étapes successives nécessaires à la naissance d'un tel "système" (roche mère, enfouissement, migration, roche réservoir, roche couverture, piégeage, préservation) sont montrées sur une langue de sable. Échantillons de roches et manipulations se succèdent afin d'amener progressivement le visiteur à comprendre ce qu'est le pétrole ainsi que le fonctionnement d'un tel "système".

Première étape essentielle à la genèse des hydrocarbures, l'existence d'une roche mère.

Elle est le fruit de conditions particulières. Au départ, il ne s'agit pas d'une roche, mais plutôt de boues formées d'un mélange de sédiments et de débris organiques (végétaux, animaux...). Lorsque ces boues se déposent dans un milieu pauvre en oxygène, l'embouchure d'un fleuve tropical ou le fond d'un océan à la verticale d'une zone riche en plancton, elles échappent à la dégradation par l'action des bactéries aérobies et s'accumulent pendant des millions d'années, sur des dizaines, voire des centaines de mètres.

Deuxième étape, l'enfouissement. Pour que la matière organique intégrée aux sédiments évolue et se transforme en hydrocarbures, il faut du temps et des conditions de température particulières. Au fur et à mesure que les dépôts de sédiments s'empilent, la roche mère est enfouie de plus en plus profondément. Soumise à une élévation constante de pression et de température, la roche se compacte et commence à perdre de l'eau.

La matière organique se transforme progressivement en kérogènes. On estime que la profondeur de trois kilomètres et une température d'environ 120° C favorisent l'apparition de pétrole. Si l'enfouissement se poursuit, les kérogènes évoluent en méthane.

Troisième étape, la migration. Les hydrocarbures se trouvent très rarement là où ils se sont formés. Le fluide (pétrole ou gaz) généré par la roche mère, moins dense, a tendance à entamer une migration plutôt verticale, parfois latérale. Ce sont les conditions locales de température et de pression alliées à la nature plus ou moins perméable des roches qui guident cette migration.

La quatrième étape est l'existence, sur la trajectoire de migration des hydrocarbures, de roches poreuses - des grès ou certains calcaires – qui, telles des éponges, vont permettre le stockage. Contrairement à une idée répandue, un gisement n'est pas constitué par un lac souterrain de pétrole ou de gaz. Les hydrocarbures imbibent tous les interstices microscopiques des roches réservoirs. Ils s'installent dans les vides entre les grains des roches mais également dans les microfractures. La surface d'une roche réservoir peut varier de quelques dizaines à quelques centaines de km² et son épaisseur de quelques mètres à plusieurs centaines de mètres.

La cinquième étape est constituée par la présence concomitante d'une roche couverture. En effet, un réservoir qui ne ferme pas verticalement ne permet pas aux hydrocarbures de se conserver sans se dégrader. La présence, sur la roche réservoir, d'une couche de roches aux propriétés d'imperméabilité est indispensable. Les argiles ou les roches formées par l'évaporation de saumures comme le gypse ou l'anhydrite sont parmi les plus performantes.

Sixième étape, le piégeage. Les principaux pièges sont le plus souvent le résultat de déformations des roches. Lorsqu'elles se plissent, les roches de couverture constituent des poches imperméables (piège anticlinal). Dans d'autres cas, des failles peuvent décaler les couches, la roche réservoir se trouve alors au contact d'une roche imperméable qui arrête la migration des hydrocarbures. Au hasard des pièges, les hydrocarbures s'accumulent dans les roches réservoirs et deviennent autant de gisements potentiels.

Dernière étape dans l'élaboration d'un "système pétrolier", la préservation. Une notion-clef et pourtant relative à l'échelle de l'histoire de la Terre. Une roche mère a ainsi pu se former il y a 370 millions d'années, les roches réservoirs recouvertes par des roches imperméables il y a 320 millions d'années, des pièges se structurer il y a 30 millions d'années. Tout cela, bien sûr, après que la roche mère a été amenée à des conditions d'enfouissement idéales pour se transformer en pétrole ou en gaz. Dès lors, si cet ensemble est maintenu comme tel, sans basculement, rupture ou fracturation de la roche de couverture, il peut en découler un "système pétrolier ou gazier" exploitable aujourd'hui.

A la recherche des pièges à hydrocarbures

Où et comment trouve-t-on ces pièges à hydrocarbures ? La prospection pétrolière fait appel à des compétences scientifiques et technologiques poussées. Une vitrine rassemble les premiers éléments utilisés pour cette recherche : images satellites, cartes géologiques... L'image satellite donne dans un premier temps une vue d'ensemble. Des campagnes de terrain permettent ensuite la collecte d'échantillons. La nature, l'âge des roches, les déformations qu'elles ont pu subir commencent à se préciser. On dresse la carte géologique de la zone concernée. En combinant ces données avec les connaissances actuelles sur la tectonique des plaques et la formation des systèmes pétroliers, le géologue est en mesure d'analyser précisément la nature du sous-sol. Pour mieux comprendre l'architecture géologique d'un site et localiser d'éventuels pièges à hydrocarbures, le géophysicien ausculte le sol en profondeur. Pour cela, il provoque de microtremblements de terre au moyen d'explosions ou encore d'un camion vibreur. Les ondes sismiques traversent le sol et se réfléchissent plus ou moins en fonction des propriétés physiques intrinsèques des roches rencontrées. L'enregistrement de ces échos fournit une sorte d'échographie qui permet, après traitement informatique, de révéler l'architecture profonde du sous-sol.

L'épreuve de vérité consiste à forer un puits d'exploration. Cette étape essentielle est illustrée par une maquette présentant une plate-forme de forage, avec, notamment, la tranche de terrain en train d'être sondée. Seule cette traversée des différentes couches de sédiments permet de vérifier les hypothèses fournies par les études sismiques. En effet, si l'image sismique décrit les pièges, rien ne peut garantir qu'ils seront productifs. Seuls le forage de ce puits de reconnaissance et l'envoi de sondes sophistiquées (logging) permettent de récupérer données, échantillons et indices de fluides. Le forage de puits de confirmation, effectués à quelques kilomètres du premier, sert à délimiter la taille du gisement ainsi que le comportement des fluides qui y sont piégés. Pour mémoire, un puits sur sept devient un succès économique.

Élément-clé dans le forage d'un puits d'exploration, la carotte constitue un matériel d'investigation irremplaçable dans la compréhension d'un gisement. Elle sera tour à tour scannée, photographiée, passée au crible d'outils physiques variés. Ses constituants les plus intimes seront inspectés par des microscopes optiques et électroniques. Mais encore faut-il être capable de remonter à la surface ces roches dont la consistance est parfois celle du sable, sans perturber leur structure et être ainsi capable, mètre par mètre, de reconstituer la nature du terrain échantillonné. La présentation d'une carotte de forage et d'un "scan" sensibilise le visiteur à cette étape décisive de l'exploration pétrolière.

La connaissance des "systèmes pétroliers", combinée aux outils d'information et d'exploration des structures géologiques, permet aujourd'hui de proposer des modélisations informatiques de bassins pétroliers et d'en suivre l'histoire au fil des temps géologiques. Instructif et ludique, un jeu interactif invite le visiteur à découvrir la genèse d'un bassin pétrolier. L'histoire géologique d'un site défile et s'interrompt le temps d'un zoom sur une portion particulière d'une coupe du terrain en train de se constituer. Un système de questions à choix multiple permet ensuite au visiteur de valider ses nouvelles connaissances sur la genèse des hydrocarbures.

A l'issue de cette première partie, une conclusion s'impose. Nous vivons aujourd'hui dans un monde "fini". L'exploration de la Terre est très avancée et les zones vierges sont difficiles à atteindre. Il faut dorénavant s'attaquer à des gisements plus profonds, cachés par des formations géologiques complexes, estiment les hommes de l'art.

Commencent alors trois aventures à la découverte de ces gisements "non-conventionnels".

Histoire vénézuélienne

2 C'est à bord d'une pirogue naviguant dans les boucles de l'Orénoque que débute cette quête des pétroles de demain. La région de l'Orénoque doit ses richesses pétrolières à une histoire géologique mouvementée. La confrontation entre la plaque tectonique de l'Amérique du sud et celle des Caraïbes a eu pour conséquence de faire naître un vaste bassin sédimentaire où se sont déposés il y a 70 millions d'années des marnes et des calcaires riches en matières organiques. Cinquante millions d'années plus tard cette roche mère a lentement été recouverte. Un environnement de fleuves puis de deltas a déposé des couches de sables, roches réservoirs poreuses et perméables, recouvertes localement par des argiles imperméables. Légèrement découpée par des failles, cette zone a constitué des pièges, épais pour certains de 30 à 75 mètres, bien alimentés par la roche mère située au fond du bassin.

Aujourd'hui, ces pièges sont surmontés par 350 à 600 mètres de sédiments. L'huile de roche est là, accumulée dans les sables fluviaux peu consolidés mais à forte porosité. A cette profondeur, la température avoisine les 50° C. Malgré cette température élevée, le pétrole est, déjà, en partie altéré. Le résultat est déroutant pour les géologues pétroliers : c'est une énorme accumulation d'hydrocarbures, puisque les réserves sont comparables à celles du Moyen Orient. Mais ce pétrole visqueux et lourd ne sort pas spontanément de la roche réservoir ! Un défi technologique est à relever. La présentation de carottes de la roche réservoir vient appuyer la présentation géographique et géologique du projet Sincor.

Pour extraire ce brut extra lourd, il faut donc drainer le réservoir. Projeté sur la matière sableuse du décor, un film illustre la collaboration entre les géologues basés à Caracas et les équipes en charge du forage présentes sur le terrain. Les modélisations de terrain obtenues par les campagnes sismiques permettent aux géologues de piloter en direct le travail des foreurs situés à plus de 200 km. Sur demande, ces derniers entreprennent des forages horizontaux qui suivent les couches riches en pétrole sur de grandes distances et permettent de les drainer plus efficacement. A titre de comparaison, un forage horizontal permet de récupérer de 800 à 1 500 barils/jour, quand un forage vertical classique ne produit que 300 barils/jour.

Ces forages horizontaux qui, à terme, seront plus de 1 500 sur cette zone, sont équipés de dispositifs injectant un produit diluant dans le sous-sol. Ils sont pourvus d'une pompe à cavitation progressive entraînée par une tige depuis un moteur situé en surface. Par ce procédé, le pétrole est récupéré puis acheminé par un système de pompes et de

pipelines jusqu'à l'usine de traitement du port de José situé à 200 km. Une pompe à cavitation progressive, identique à celles installées dans les forages, est présentée afin de donner une idée des outils utilisés dans ce projet.

Plus loin, un film illustre la transformation du brut. Au port de José, c'est un complexe digne d'une raffinerie qui accueille le pétrole dilué. Une première distillation permet de récupérer le diluant qui sera renvoyé directement vers le site d'extraction. Les autres produits de la distillation sont traités pour les appauvrir artificiellement en carbone et les enrichir en hydrogène. Enfin, les composés indésirables tels que le soufre, le nickel et le vanadium sont extraits.

Une ambiance sonore nouvelle et énigmatique accueille le visiteur qui quitte l'univers souterrain pour accéder au deuxième niveau de l'exposition. Le bruit du ressac, le sifflement de la tempête et le cri des oiseaux de mer au lointain sont couverts par le cliquetis répétitif des pompes. Le visiteur accède à un espace ouvert. Il symbolise à la fois le monde de l'exploitation et de la production, l'immensité de l'océan, la démesure et le gigantisme propres à l'industrie pétrolière. La différence entre les maquettes et les objets liés à la production pétrolière contribue à cette prise de conscience. Une imposante chaîne d'amarrage de barge pétrolière serpente dans l'exposition et sert de point d'ancrage aux différentes maquettes. Le premier élément à découvrir dans cet espace est une tour de forage à l'échelle 1/25 e. Cette "miniature" d'environ 4 mètres de hauteur présente tous les éléments fonctionnels d'un dispositif de forage en bonne et due forme.

Histoire en mer du Nord

3 Commence alors un autre voyage au plus près de la réalité quotidienne de l'exploitation pétrolière contemporaine. Une carte et des documents relatent l'histoire géologique de la mer du Nord. Il y a près de 140 millions d'années, sous une faible couche d'eau de mer, des sables se déposaient sur des sédiments de roches mères. Des systèmes pétroliers complexes naissaient. Aujourd'hui, les hydrocarbures gisent au fond de la mer du Nord, piégés dans des sables consolidés en grès, sous 6 000 mètres de sédiments. Les conditions de température et de pression qui règnent dans ces réservoirs sont extrêmes : 1 100 bars pour environ 200° C. Ces valeurs hors normes nécessitent la mise en place de solutions scientifiques et technologiques de pointe.

Sur une paillasse de laboratoire sont montrés les acteurs de ce nouveau défi. Une carotte de la roche réservoir, des échantillons de boues et un objet de haute technologie, une bouteille de prélèvement. Descendue dans le forage, une cellule étanche permet de capturer des fluides à la température et à la pression qui règnent dans les pièges. Ils sont transférés dans une bouteille identique à celle présentée dans l'exposition. Un montage d'images vidéo illustre comment les chercheurs reconstituent en laboratoire les conditions de fonctionnement de ces gisements. C'est à partir des informations obtenues qu'ils parviennent ensuite à gérer la mise en production du réservoir. Cette étape préalable est essentielle dans la connaissance et l'étude du comportement de ces hydrocarbures d'exception.

En effet, un gaz à haute pression, une fois amené à la surface, change de volume. Une partie des éléments qui étaient stables à l'état gazeux devient liquides : les condensats. De plus, ces changements d'état libèrent ou absorbent de la chaleur, autant de paramètres dont il faut tenir compte pour que le gisement fonctionne de manière optimale. Ce gaz à condensats, en fait un mélange de pétrole et de méthane, a en outre – c'est le cas d'Elgin Franklin – pour caractéristique d'être riche en gaz carbonique et en hydrogène sulfuré, des gaz très corrosifs. En phase de production, le gisement est équipé de tubages où les hydrocarbures vont circuler. Les tubages sont conçus pour toute la durée de vie du gisement et doivent résister à l'agression constante de ces fluides "acides".

Qui ne se souvient pas de la bouteille d'eau gazeuse trop secouée et ouverte sans précaution ? Les risques inhérents au forage de ce type de gisements sont identiques. Tout l'art du forage réside dès lors dans une maîtrise technique absolue. Afin de se préserver du risque d'une éruption sous-marine d'hydrocarbures, de la boue est injectée pendant toute l'étape du forage. En circulation permanente, elle a plusieurs rôles : lubrifier l'outil de forage mais aussi faire remonter les débris de roches et donc repérer très précisément la nature des terrains traversés. Elle exerce également une pression qui permet d'éviter les éboulements à l'intérieur du trou de forage. Enfin, sa densité est calculée en fonction de la pression des hydrocarbures du gisement et évite la remontée intempestive d'hydrocarbures ou d'autres fluides.

Un peu plus loin, accoudé à une balustrade, le visiteur se penche pour observer une projection vidéo qui utilise le sol du premier niveau comme écran. Celle-ci permet de comprendre la problématique des gisements Elgin-Franklin et de suivre pas à pas les grandes étapes de la fabrication et de l'installation des plates-formes d'exploitation.

Le visiteur découvre ensuite plusieurs maquettes de plates-formes. Une première maquette représente une plate-forme de forage. Pour mener des forages en haute mer, la tour de forage est montée sur une plate-forme flottante. Dès sa stabilisation à la surface de la zone de travail, les manœuvres de forage se déroulent de manière classique. Un outil de forage est fixé à un train de tige. On commence la rotation pour entamer la roche, sans oublier d'injecter la boue lubrifiante. Lorsque 27 mètres de roche ont été forés, on ajoute un nouveau train de tige et l'on recommence. Lorsque l'outil de forage est usé ou abîmé, on remonte le tout pour le changer avant de relancer l'opération.

Une fois les forages d'exploitation réalisés, une nouvelle période de la vie du gisement s'ouvre. Une plate-forme de production va être installée. Petite ville industrielle en pleine mer, elle vit au rythme des norias d'hélicoptères qui assurent son approvisionnement. Les équipes se relaient 24 heures sur 24 pour assurer le bon fonctionnement de tous les équipements. A l'arrivée sur une plate-forme de production, un compteur retient l'attention du nouveau venu : il affiche le nombre de jours écoulés sans accidents de travail. Preuve de l'attention que cette activité industrielle très exposée apporte à la sécurité. Deux maquettes de plates-formes de production situées en mer du Nord, Dunbar et Elgin-Franklin, donnent à voir ces villes en pleine mer.

Au fur et à mesure que l'on découvre le projet Elgin-Franklin, l'ambiance marine devient de plus en plus présente. Le visiteur est en pleine mer. Au bruit du ressac, se mêlent le

souffle du vent et l'appel strident des oiseaux marins. L'eau, le vent et les éléments qui se déchaînent restituent le contexte éprouvant caractéristique de ces activités industrielles hors du commun.

Rendez-vous en Angola

4

La déambulation autour de la chaîne d'amarrage n'en est encore qu'à mi-parcours. Un dernier voyage en terre pétrolière attend le visiteur pour l'emmener dans l'océan Atlantique, au large des côtes de l'Angola. Des photos illustrent l'activité intense qui anime le projet Girassol. La dimension titanesque de cette nouvelle aventure surprend d'emblée. Ici, se construit une barge gigantesque, là de curieuses canalisations et plus loin un canal est creusé.

La phase d'exploration de ce projet est illustrée par la maquette d'un "navire de sismique". Comme sur la terre ferme, la sismique permet de repérer les structures souterraines favorables à la réalisation de forages d'exploration. Le "bateau de sismique" remorque de longs câbles équipés du matériel d'émission et de réception des ondes. Les signaux émis par des explosions traversent l'eau, se réfléchissent sur les couches constituant le sous-sol et reviennent en surface à des vitesses différentes suivant la nature des roches rencontrées.

Les campagnes sismiques achevées, les couches de roches révèlent leur géométrie. Des pièges à hydrocarbures potentiels se dessinent. Reste à effectuer des forages de reconnaissance. C'est ici qu'une nouvelle difficulté apparaît. Si forer 1 500 mètres de roches pour accéder à un gisement est une activité quasiment quotidienne pour les ingénieurs et les techniciens spécialisés dans les forages pétroliers, comment procéder lorsqu'il y a plus de 1 500 mètres d'eau entre les fonds marins concernés et la surface ? Le seul moyen adapté à ces forages par grands fonds est l'utilisation de navires de forages à positionnement dynamique. La maquette de l'un de ces navires est présentée. Le forage des puits d'exploration sur Girassol pour remonter les carottes nécessaires à la validation des hypothèses issues des campagnes sismiques a constitué un véritable défi technologique.

Avec le projet Girassol, l'aventure et le gigantisme ne s'arrêtent pas à la fin des campagnes d'exploration. Pour pallier les problèmes des grandes profondeurs et l'absence d'infrastructures de transport et de distribution des hydrocarbures, une unité flottante autonome, appelée Floating Production Storage Offloading (FPSO) a été construite. Une maquette permet au visiteur de prendre conscience de ses proportions. Cette barge de trois cents mètres de long (une Tour Eiffel), de soixante mètres de large (une piscine olympique) et de trente mètres de haut (un immeuble de dix étages) rivalise avec la Cité des sciences et de l'industrie ! Elle traite les hydrocarbures extraits et les stocke. Maintenu en position par seize ancres à succion fichées dans les sédiments, elle est raccordée à une bouée de distribution qui permet aux supertankers de s'approvisionner.

Pour ce projet, tout un réseau de canalisations pour relier les puits de forage aux structures collectrices d'hydrocarbures a dû être implanté au fond de l'océan.

L'aventure se poursuit en regagnant le niveau inférieur de l'exposition. Un nouveau fond sonore s'impose petit à petit. Composé du son de milliers de bulles d'air qui remontent à la surface, de l'écho lointain des sonars et des bruits caractéristiques produits par la plongée d'un sous-marin, il plonge à nouveau le visiteur dans le monde des grandes profondeurs. Une voix off égrène cette descente progressive -10 mètres, -100 mètres, -500 mètres...

Nous sommes maintenant à une centaine de kilomètres de l'Angola, à plus de 1 400 mètres de fond. Il y a 80 millions d'années, le futur fleuve Zaïre a entaillé la bordure continentale d'un canyon et a rejeté à des centaines de kilomètres au large les boues sédimentaires qu'il charriait. Les roches mères se sont retrouvées enfouies à plusieurs kilomètres de profondeur, surmontées de dépôts de delta, alternant coulées de sables, peu consolidées et perméables, et couches argileuses imperméables. Aujourd'hui, l'huile de roche est là, dans des pièges recouverts par plus de 1 200 mètres de sédiments et 1 400 mètres d'eau. Elle est d'une excellente qualité, peu visqueuse et sa température avoisine les 70° C. Elle s'est accumulée dans les coulées de sables deltaïques, des méandres vieux de 30 millions d'années. Avec Girassol, encore un défi scientifique et technologique de plus ! Un film vidéo, projeté sur un voile évoquant l'élément aquatique et le monde mystérieux du grand bleu, permet d'observer l'intense travail de collaboration entre les différents acteurs définissant le schéma de forage. La zone identifiée en vue de l'exploitation couvre une surface 10 km sur 14. Au fil du dialogue entre géologues et spécialistes de la modélisation, se révèle la géologie complexe du sous-sol du fleuve Zaïre. Finalement, il faudra implanter 39 forages pour mettre ce site en production : 23 pour l'exploitation des hydrocarbures, 14 pour l'injection d'eau de mer afin de stabiliser la pression à l'intérieur du gisement et 2 pour l'injection de gaz issu du traitement des hydrocarbures.

Toujours dans la coulée d'eau, plusieurs maquettes reflètent les dispositifs de production spécialement conçus pour Girassol. Tous doivent fonctionner malgré les conditions extrêmes qui règnent à ces profondeurs : une pression intense de 150 bars contre 1 en surface plus une température glaciale de 4°C ! Le visiteur a la surprise de voir un "arbre de Noël" - une tête de puits - véritable système complet de production. En effet, tous les puits de ce gisement ont été équipés de dispositifs indispensables à la maîtrise de la mise en production. Immergés au fond de l'océan, ils ont été connectés à un réseau de tuyauteries qui permet aux fluides et à l'information de circuler. Près de 70 kilomètres de canalisation de contrôle et de commande furent installés à plus de 1 500 mètres de fond ! Les hydrocarbures collectés au niveau des têtes de puits convergent ensuite vers des structures chargées d'assurer leur remontée à la surface. Ces "risers" (de l'anglais to rise : remonter) sont des conduites qui relient le fond à la surface. Ils servent à télécommander les installations sous-marines et à injecter dans le gisement de l'eau, des gaz ou les produits chimiques nécessaires à la production. Sur le projet Girassol, la tranche d'eau à franchir représente 1 400 mètres de haut. Des "tours risers" de même hauteur, regroupant plusieurs risers ont été construites. Le flotteur dont la maquette est présentée, a été spécialement conçu. Destiné à maintenir en tension une "tour riser", sa taille réelle est de 40 mètres de long pour 8 mètres de diamètre. Plus loin, la coupe d'un "bundle" illustre une autre difficulté du projet pour laquelle les ingénieurs ont dû trouver une solution. A 4 °C, les hydrocarbures se figent et les conduites classiques se colmatent. Une gaine spécifique a été conçue pour habiller toutes les canalisations. Il s'agit

d'une mousse, composée d'une résine époxy qui emprisonne de petites billes de verre creuses. Elle a pour propriété de résister à la pression et de maintenir les hydrocarbures à une température suffisamment élevée (40°C) pour éviter la formation de bouchons de paraffine.

Enfin, pour comprendre et mesurer les impacts de l'exploration et de la production, Total s'est associé sur ce projet avec l'Institut français de recherche et d'exploitation de la mer (Ifremer). Une investigation poussée des fonds océaniques a été menée dans ce milieu singulier de delta sous-marin. Plusieurs expéditions ont permis aux océanographes, biologistes, chimistes et géologues de mieux connaître ces immenses vallées sous-marines, leur histoire, leur géographie et les nombreuses formes de vie qu'elles abritent. Une maquette du robot sous-marin Victor et un film vidéo projeté sur un voile évoquant l'élément aquatique montrent le monde mystérieux des grandes profondeurs et révèlent que les hydrocarbures sont source de vie. A de telles profondeurs dans le noir le plus absolu, toute une chaîne alimentaire s'organise à partir des suintements naturels de méthane. Cet hydrocarbure offre une énergie vitale aux bactéries, premiers maillons d'écosystèmes originaux. Des coquilles de bivalves, des carapaces de galathées se nourrissant de la matière organique fournie par ces bactéries réductrices d'hydrocarbures rappellent que les hydrocarbures sont d'abord une matière naturelle...

Une demande énergétique toujours plus forte

5

La dernière partie de ce voyage en terre pétrolière est aussi son aboutissement logique. Le visiteur est maintenant incité à mettre en perspective l'expérience vécue.

Un fond sonore composé de bruits de moteurs, du bruit des grandes métropoles urbaines et de bribes de journaux télévisés relatant des épisodes de marées noires pose d'emblée le débat. Quel avenir pour les hydrocarbures ? Cette salle s'organise autour d'un élément scénographique fort. Une installation composée d'une grande mappemonde équipée de compteurs présente en tonne équivalent pétrole la consommation d'énergie par habitant dans différentes régions de la planète. La lecture surprend. Première constatation : nous sommes tous des consommateurs d'hydrocarbures qui s'ignorent. Aujourd'hui, un Américain du Nord consomme deux fois plus qu'un Européen de l'Ouest, huit fois plus qu'un Chinois et 16 fois plus qu'un Indien. Que se passerait-il demain, si tous les habitants de la planète calquaient leur mode de vie sur celui des Américains ? Comment s'organiseraient la distribution des hydrocarbures et la gestion des réserves ? Quel serait l'impact de ces consommations sur le climat de la planète ?

En vis-à-vis de ce dispositif, un bilan des trois sites découverts pendant la visite (Sincor, Elgin- Franklin et Girassol) est sans appel. Le pétrole issu de ces trois gisements dit "non-conventionnels" ne représente que 5% de la consommation mondiale.

L'utilisation des hydrocarbures suscite aussi de nombreuses questions déclinées à travers quatre grands thèmes : *"le futur des hydrocarbures"*, *"l'impact sur l'environnement"*, *"comment concilier activités pétrolières et éthique"* et *"développer des énergies nouvelles"*.

Micro-installations, films, objets et maquettes sont présentés dans des alignements de colonnes constituées par des sections de pipelines et des barils de pétrole empilés. Le baril, unité de la valeur du pétrole, est ici laqué de noir à l'extérieur et d'or à l'intérieur. Certains barils, percés de fenêtres, sont le support de questions posées au visiteur sur les hydrocarbures, aujourd'hui et demain. Ils illustrent parfaitement l'absence de réponses simples à toutes les questions qui se posent. Se reflétant à l'infini dans le revêtement brillant de l'un des murs de cette salle, les colonnes créent une illusion de labyrinthe et contribuent à souligner la complexité des questions liées à la gestion, éminemment délicate, des ressources énergétiques.

Afin de visualiser plus directement l'impact de nos modes de vie sur la consommation d'hydrocarbures, une manipulation intitulée, **Quel hydrocarbuvoire êtes-vous ?** propose un cheminement au fil de deux journées types, l'une en hiver et l'autre en été. Au long de la journée, le visiteur va choisir en fonction de ses préférences, son mode de transport, son confort personnel, ses consommations alimentaires... Les réponses traduisent un impact plus ou moins fort sur la consommation d'hydrocarbures. Au terme du jeu, le visiteur peut évaluer sa consommation de pétrole par rapport à celle d'un Américain ou d'un Africain.

Le thème "*Impact sur l'environnement*" propose, notamment, le témoignage d'un expert, Maurice Dohy de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise d'énergie (ADEME) : "Depuis le début du XX^e siècle, les énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) se sont imposées très largement et représentent 80% des sources d'énergie utilisées sur la planète. C'est encore plus frappant quand on considère le secteur des transports, où le pétrole assure 95% de l'énergie utilisée pour les transports sur terre, sur mer et dans les airs. [...] Dans les années à venir, on devrait assister à une augmentation de la consommation mondiale d'hydrocarbures avec, pour corollaire, l'accentuation de la pression sur les ressources. Tout cela a bien sûr un impact sur l'environnement. L'utilisation des énergies fossiles a, en effet, pour conséquence de libérer dans l'atmosphère des quantités très importantes de CO₂, un gaz largement impliqué dans le réchauffement climatique. [...] Deux voies sont ouvertes pour la réduction de l'impact des hydrocarbures sur l'environnement. Il s'agit, d'une part, de veiller à ce que les conditions d'exploitation et de production s'effectuent en essayant de minimiser au maximum l'impact sur l'environnement et, d'autre part, de parvenir à diminuer la consommation d'hydrocarbures. Cela passe par des modifications sensibles de nos modes de vie, mais aussi par le développement de la recherche sur les énergies renouvelables".

Dans une autre colonne, le film vidéo *Marées noires* évoque les risques et les conséquences sur l'environnement liés au transport des hydrocarbures. Quelles sont les pistes envisagées pour diminuer les risques de marées noires ? Modification des navires de transports, renforcement des réglementations, création d'équipes d'intervention basées à Southampton (en Angleterre), à Singapour et à Marseille, mise en œuvre de collaborations avec des laboratoires tel que le Centre de documentation, de recherche et d'expérimentations sur les pollutions accidentelles des eaux (Cedre) pour étudier le comportement des hydrocarbures lors des pollutions et leur impact sur la faune et la flore. En outre, on ignore souvent que les marées noires, malgré leur caractère impressionnant, ne représentent que 5% des pollutions marines liées aux hydrocarbures, un taux très inférieur aux incidents sur les sites de production ou aux dégazages sauvages auxquels il faut également remédier.

Le thème "*Concilier activités pétrolières et éthique*" est traité sur plusieurs colonnes. Le témoignage de Dominique Bourg, philosophe et professeur d'écologie industrielle à l'université de Troyes, illustre la complexité de cette problématique : "Le pétrole a été le moteur de toute la croissance depuis l'après-guerre. Il a rendu possible l'élévation du niveau de vie et la baisse du coût de l'alimentation pour les populations de l'hémisphère Nord. [...] Cette amélioration du confort de vie nous a, en revanche, conduit à penser de façon erronée que nous étions une civilisation hors sol, hors terre. [...] Le réchauffement climatique et l'épuisement des réserves en énergies fossiles nous rappellent que nous vivons dans une civilisation extrêmement dépendante de la terre et de son sous-sol. Le pétrole, c'est en effet l'émergence d'une notion de limite dans la redistribution des richesses. [...] Si tous les habitants avaient le même niveau de vie que les Européens ou, pire encore, celui des Américains du Nord, la planète exploserait. Le pétrole est, en ce domaine, emblématique du problème de l'inégalité et de la répartition catastrophique des richesses sur la terre. L'exploitation du pétrole pose à différents niveaux un problème éthique assez crucial. Une première tendance serait de penser que ce problème est du ressort des États, des organisations gouvernementales et non-gouvernementales, des groupes industriels et qu'il ne nous concerne pas. Cela ne fonctionne pas. Imaginons en effet que les compagnies pétrolières s'astreignent à des règles sociales strictes, qu'elles favorisent le transfert de technologies. On verrait alors le niveau de vie s'égaliser progressivement à l'échelle de la planète et l'on se retrouve confronté au problème des limites de la planète. Pour permettre cette égalisation du niveau de vie à l'échelle internationale, il faut que l'on accepte de modifier nos propres modes de vie. Cette nouvelle voie vers un développement nouveau implique l'assentiment de chacun".

Une autre colonne intitulée "Rester ou partir" aborde les problèmes éthiques soulevés lors de la construction d'un gazoduc par le groupe Total au Myanmar. Depuis 1998, la Thaïlande reçoit du gaz naturel exploité en mer d'Andaman et acheminé par un gazoduc de 650 kilomètres. Sur une portion de 63 kilomètres, il traverse le Myanmar, pays dirigé par une junte militaire où la pratique du travail forcé, bien que proscrite, reste une réalité. Total, qui exploite le gisement de gaz, a choisi de s'investir dans la construction de ce gazoduc. Total indique respecter sur ce projet les principes suivants : respect des lois françaises, des règles de l'Union européenne et des résolutions de l'ONU. Un investissement peut-il être un facteur de progrès ? Faut-il rester ou partir ?

Avec "*Où va l'argent ?*" la répartition de la manne pétrolière s'affiche clairement. A partir d'un baril à 30 euros et d'un litre de super sans plomb à 1 euro, on constate que la part consacrée au financement de l'exploration, de la production, de la transformation et du transport est dérisoire par rapport aux taxes perçues tant par les pays producteurs que par les pays consommateurs. En France, les taxes ne représentent-elles pas 72 % du prix du carburant ?

Enfin, dernier thème abordé : les énergies dites renouvelables. Pourront-elles, un jour, remplacer définitivement les hydrocarbures ? "*Développer des énergies nouvelles*" essaie d'y répondre. Les énergies renouvelables (éolienne, solaire...) sont à la fois l'opposé et

le complément des énergies fossiles. L'opposé, car leur exploitation ne remet pas en cause leur pérennité et qu'elles n'ont pas d'impact majeur sur l'environnement. Complémentaires, car aucune de ces énergies ne permet aujourd'hui d'assurer exclusivement les besoins d'énergie des pays industrialisés. L'énergie propre est-elle une illusion ? En tout état de cause, les énergies renouvelables n'apportent pas au stade actuel de leur développement, une réponse aux problèmes énergétiques de la planète. Il n'existe, pour l'heure, pas de solution viable, celle-ci reste à construire avec l'ensemble des acteurs concernés.

La scénographie

outil de médiation culturelle et scientifique

Une scénographie a été spécialement conçue pour les 1 000 m² de l'exposition. Pour accompagner le visiteur dans cette découverte des pétroles non-conventionnels, la Cité des sciences et de l'industrie a privilégié une scénographie spectaculaire. Elle utilise notamment l'univers des ressources naturelles afin d'expliquer la genèse des hydrocarbures et mettre en avant les prouesses technologiques atteintes durant leur exploitation. A la logique d'un parcours de découverte classique se surimpose une approche dynamique et sonore qui permet au visiteur de bien peser les défis quotidiens de l'industrie pétrolière.

Pour faciliter la compréhension du sujet par le visiteur, la Cité des sciences et de l'industrie a choisi la scénographe Audrey Tenaillon et la graphiste Cendrine Bonami-Redler. Elles ont imaginé, en collaboration avec l'équipe projet de la Cité des sciences et de l'industrie, une organisation spatiale originale.

Un espace global

Le lieu d'exposition de *Pétrole, nouveaux défis* est destiné à éveiller la curiosité du visiteur. Représentation d'un fragment de la croûte terrestre, un empilement de 152 carottes de forage habille sur une hauteur de 6 mètres toute la façade principale de l'exposition. Les cylindres d'acier qui constituent leur coque de protection s'ouvrent progressivement vers l'entrée principale et mettent en relief les matières naturelles à la granulométrie et aux couleurs variées.

Début de l'exposition. Elle s'articule autour de deux étages très contrastés. Occulté par la façade, l'espace du premier niveau aux effets de lumières, de sons et de projection contrôlés, représente l'univers des profondeurs, de la matière et de l'exploration. Le visiteur entre dans un espace où l'ambiance brute de la nature se mêle à l'univers ordonné de la classification scientifique pour découvrir la première partie de l'exposition sur la genèse des hydrocarbures. Des strates de matières, riches de données scientifiques, structurent la périphérie de cette première salle où couleurs naturelles et échantillons de roches suggèrent les entrailles de la terre et les profondeurs océaniques. Chaque élément du décor est aussi un support d'information. Un film projeté sur une dune de sable et des coulées de roches sont autant d'informations à analyser. Plus loin, des "nappes d'eau" animées de projections fugaces dévoilent la structure des fonds sous-marins.

Ouvert sur l'ensemble de la Cité, le second niveau, en mezzanine, symbolise l'espace de la surface, du gigantisme et de la production. Référence à la réalité surdimensionnée de cet univers et fil directeur de cet espace, la reconstitution de la chaîne d'amarrage d'une barge pétrolière sert de trait d'union aux maquettes des sites d'exploitation pétrolière.

Une mise en condition progressive

Durant la visite, le jeu entre les espaces inférieur et supérieur et les "sas" conçus pour mettre en condition le visiteur rythment le parcours. Ils marquent le passage d'une thématique à une autre. Une lumière tamisée, le bouillonnement de magma et les bruits d'éruption, rappelant l'histoire géologique, entourent ainsi le visiteur au seuil de **Voyage en terre pétrolière**. Une ambiance sonore composée du bruissement de pas dans des feuillages, du son produit par l'embarquement à bord d'une pirogue et du clapotement

de l'eau est peu à peu dominée par des bruits industriels, bourdonnements et cliquetis métalliques comme si le visiteur se déplaçait au cœur d'un champ pétrolier.

Histoire vénézuélienne est la première des trois aventures à vivre. Plus loin, trait d'union entre les deux étages de l'exposition, une plate-forme de forage sert de transition vers l'espace consacré au monde de l'exploitation. Le bruit des pompes en pleine activité accompagne les projections sur le sol, au fond de cet espace de transition. Ces effets se conjuguent pour renforcer la mise en situation du visiteur. Accoudé à une rambarde, le visiteur observe dans une projection vidéo utilisant le sol du premier niveau en guise d'écran, les profondeurs d'un gisement en cours d'exploitation.

Prélude à **Histoire en mer du Nord**, la deuxième aventure, le sifflement du vent et le ressac de l'océan se mélangent aux échos d'une intense activité industrielle : bienvenue sur une plate-forme ! Poursuivant son parcours, le visiteur est entouré de bruits aquatiques auxquels se mêle le son de milliers de bulles d'air remontant vers la surface. Invité à rejoindre à nouveau le niveau inférieur, il se retrouve immergé au fond de l'océan atlantique pour participer à **Rendez-vous en Angola**, la dernière aventure de l'exposition.

L'exploration de *Pétrole, nouveaux défis* s'achève. Des bribes de mots et de sons constituent une nouvelle ambiance sonore avant la dernière partie de l'exposition mettant en questions l'avenir des hydrocarbures dans la politique énergétique de la planète.

La dernière salle **Une demande énergétique toujours plus forte** adopte, elle aussi, un parti pris scénographique original. En totale rupture avec les autres espaces de l'exposition, elle utilise des éléments métaphoriques à profusion : sections de pipelines et barils de pétrole. Symbole des enjeux politiques et économiques liés au pétrole, le baril, unité de référence devient la base d'un décor architectural. Empilés en colonnes, des barils structurent l'espace et se réfléchissent à l'infini sur les murs de l'exposition. Comme dans un labyrinthe, le visiteur ressent alors physiquement la complexité du sujet évoqué. Les barils noirs à l'extérieur, sont revêtus de peinture dorée à l'intérieur pour nous rappeler que le pétrole c'est aussi de "l'or noir". Ajourés, percés de fenêtres pour permettre la présentation d'objets, d'images ou de données, certains barils servent de support aux nombreuses questions politiques, éthiques et environnementales posées par les hydrocarbures.

L'exposition Pétrole, nouveaux défis a bénéficié du prêt d'outils de production et de maquettes de la part de la Compagnie générale de géophysique (CGG), de Pride, de SAIPEM et de Stolt Offshore. L'Institut français de recherche et d'exploitation de la mer (Ifremer) a également contribué à l'élaboration de cette exposition.

Générique de l'exposition

Cette exposition a été conçue par la Cité des sciences et de l'industrie en partenariat avec le groupe Total et avec la contribution scientifique de l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer).

Conception - Production

Commissaire : Patrick Maury
Coordination générale : Sophie Lecuyer
Chargées de projet : Patricia Jacques, Maud Gouy
Coordination scénographique : Vincent Paradis
Coordination graphique : Sylvie Clergue
Production des éléments spécifiques : Amadeo Rodriguez
Production audiovisuelle et sonore : Martine Zwerin
Coordination multimédias : Joël Mellet - Steria

Partenariat

Odile Coulon, Christophe Tardieu - Fondation Vilette-Entreprises
Nathalie Dusuzeau de Grandpré – Délégation aux affaires scientifiques

Scénographie

Audrey Tenaillon - Architecte

Graphisme

Cendrine Bonami-Redler

Site Internet

François Vescia

Comité scientifique de l'exposition

L'exposition Pétrole, nouveaux défis a été conçue avec le concours d'un comité scientifique qui a réuni les personnalités suivantes :

Nathalie Alazard – Institut français du pétrole (IFP)
Dominique Bourg - Centre de recherche et d'études interdisciplinaires sur le développement durable, Université de Troyes
Maurice Dohy – Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)
Anne Falanga – Commissariat à l'énergie atomique (CEA)
Patrick Flammarion - Ministère de l'écologie et du développement durable
Thibaut Huyghues-Despointes - Total
Michel Paillard – Institut français de recherche et d'exploitation de la mer (Ifremer)
Olivier Ravel - Ministère délégué à l'industrie

Autour de l'exposition

Les expositions

Recherche et exploitation pétrolières dans Roches et volcans

Dans Roches et volcans, l'exposition permanente que la Cité des sciences et de l'industrie consacre à l'histoire géologique de la planète, 300 m² remis à jour en 2002, présentent des technologies propres à l'exploration et à la production pétrolières.

Tête de forage, échantillons de pétrole, outils de mesures en fonctionnement, films et simulations 3D illustrent les techniques de pointe utilisées par les géologues, les ingénieurs en mécanique, en électronique, en hydraulique, en chimie pour découvrir et exploiter les gisements d'hydrocarbures.

Les animations

Un programme d'animations spécifiques a été conçu autour de *Pétrole, nouveaux défis*.

Des visites commentées ainsi qu'une approche thématique d'inspiration ludique permettent au visiteur d'approfondir ses connaissances sur le pétrole et d'aborder les questions économiques, politiques et éthiques posées par l'avenir des hydrocarbures.

Trois animations sont proposées :

Visite-découverte de l'exposition

Tous publics à partir de 12 ans

Du 17 février au 15 août 2004

Tous les week-ends à 16 h 00, (tous les jours en période de vacances scolaires).

Cette visite montre la logique et les concepts de l'exposition. Elle éclaire les points cruciaux du parcours et explique les éléments spectaculaires de l'exposition.

L'or noir en question ?

Atelier tous publics à partir de 12 ans

Du 17 février au 27 juin

Tous les week-ends à 15 h 00, (tous les jours en période de vacances scolaires).

Cette animation permet, sous la forme d'un jeu, de tester ses connaissances en matière de pétrole. De la genèse du pétrole aux problématiques environnementales liées à son utilisation, le visiteur découvre les enjeux économiques, politiques et éthiques du pétrole à l'échelle mondiale.

Le parcours du parieur

Atelier tous publics à partir de 8 ans

Un jeu pour apprendre à faire des économies d'énergie.

Programme des animations consultable sur place.

L'offre en ligne

Pendant toute la durée de *Pétrole, nouveaux défis*, la Cité des sciences et de l'industrie fait découvrir aux internautes l'exposition. Le site spécialement consacré au programme "Gérer la planète", comme l'ensemble du site de la Cité poursuit deux objectifs : présenter

les activités de la Cité des sciences et de l'industrie et offrir une plate-forme de contenus et d'informations pour ceux qui ne peuvent pas y venir.

Le visiteur peut ainsi préparer sa visite, acheter son billet en ligne, imprimer le plan de l'exposition, accéder aux descriptions des manipulations présentées dans l'exposition. Le site recense les offres d'animations et de films pour le grand public ou pour des publics spécifiques (scolaires, handicapés visuels ou sourds). Les autres pages du site sont un ensemble de contenus pour aller plus loin dans la découverte du pétrole et des problématiques énergétiques.

Depuis la genèse des hydrocarbures, à l'estimation des réserves jusqu'aux alternatives crédibles, l'internaute dispose aussi d'un outil pédagogique. Pour suivre l'actualité des médias sur les thèmes de l'énergie et de l'environnement, le service d'information "fil d'actualité pétrole", permet de consulter des dépêches d'agence, des articles de journaux et des articles rédigés par l'équipe de journalistes de "Science actualités". Enfin, des jeux de simulation feront découvrir des solutions simples et efficaces pour diminuer la consommation mondiale d'énergie.

www.cite-sciences.fr/petrole

Conférences, débats, colloques : **le collège de la Cité**

Les rendez-vous du futur

Un rendez-vous mensuel sur les nouvelles technologies coordonné par Joël de Rosnay
Le premier mardi du mois à 18h30

4 mai 2004

Carburants, plastiques, cosmétiques : quelles alternatives au pétrole ?

Les ressources naturelles et renouvelables, telles que la forêt (arbres, sources de fibres cellulosiques) et le milieu marin (algues et crustacés), constituent des gisements de polymères naturels qui pourraient concurrencer les produits de la pétrochimie. La biomasse végétale peut déboucher sur des solvants et des carburants. Est-ce suffisant pour remplacer le pétrole ?

Une conférence de Marguerite Rinaudo, professeur à l'université Joseph Fourier, Centre de recherche sur les macromolécules végétales (CNRS, Grenoble).

Cinéma

Soirée ciné club

Mardi 24 février 2004

Auditorium, 18 h 30, accès libre

Projection du film *Louisiana story* de Robert Flaherty, 1948, 77 min, Etats-Unis

Un jour, la vie calme et sauvage du bayou de Louisiane est troublée par l'arrivée de prospecteurs de pétrole. Un jeune garçon suit l'installation du derrick. Son univers va-t-il basculer définitivement ?

Entre documentaire et fiction, le dernier film de Flaherty est réalisé à la demande de la Standard Oil Company. Il réconcilie par la poésie deux mondes destinés à s'opposer : le

vieux monde traditionnel et le monde moderne, de la technologie et du progrès.

Projection suivie d'une discussion en présence de Christine Louveau de la Guigneraye, ethnologue, chercheur au Laboratoire d'Anthropologie Visuelle et Sonore du Monde Contemporain de l'Université Paris VII, et de Guy-Louis Mier, réalisateur et co-président de la Cie des Réals, l'Association professionnelle des réalisateurs d'œuvres audiovisuelles de commande.

Projection-débat

Samedi 6 mars 2004

Auditorium, 15 h 00, accès libre

Présentation du film *L'Ultime frontière* de Serge Tignères, 2003, 52 min.

Produit par Gédéon Programmes, en co-production avec Total, en association avec Odyssée et SBS.

Désert du Messak, Libye. La température est de 50 degrés. Travailleurs de l'extrême, des géophysiciens étudient la terre à la recherche de l'or noir. Avec eux, aux portes de ce monde perdu, un archéologue expérimenté, Jean-Loïc Le Quellec. En pénétrant dans ce territoire encore inexploré, l'expédition sismique a fait une découverte exceptionnelle. Ce désert avait préservé le plus important gisement archéologique jamais mis au jour dans les confins du Sahara. L'exploration se transforme en voyage dans le temps. Une enquête passionnante commence.

Débat en présence du réalisateur et de l'archéologue Jean-Loïc Le Quellec.

Médiathèque

La médiathèque de la Cité des sciences et de l'industrie propose pour ceux qui désirent approfondir leurs connaissances au sujet du pétrole, la consultation sur place ou en ligne d'un catalogue de références multiples sur l'or noir : un "Pointdoc".

Livres, revues, films, sites Internet... abordant les aspects technologiques, économiques, géostratégiques et écologiques de l'exploitation pétrolière sont ainsi recensés.

Cité des métiers

Plate-forme d'information sur les métiers et les formations, la cité des métiers met à la disposition de ses publics, pendant toute la durée de l'exposition, une brochure d'information sur les métiers du pétrole.