



MASTER HANDI
Domaine : Sciences Technologie, Santé (STS)
Mention : Ingénierie et Cognition
Spécialité : Technologies et Handicap
Rapport de stage M2

Des étoiles plus accessibles

Laurie JACOB

Directeur de stage : Sabrina THIERY
Lieu du stage : Observatoire de Paris

Coordonnateur :
J. LOPEZ KRAHE

Paris, Septembre 2015



Table des matières

DES ETOILES PLUS ACCESSIBLES	4
Introduction	5
1. L'Observatoire de Paris et son secteur d'activité	7
1.1. Présentation de l'Observatoire de Paris.....	7
1.1.1. Ses missions	7
1.1.2. Son personnel	7
1.1.3. Sa structuration.....	7
1.1.4. Son organisation	8
1.2. Secteur d'activité de l'Observatoire de Paris	9
1.2.1. Champs de recherche.....	9
1.2.2. Projets récents et à venir.....	9
1.2.3. Le collectif « Astronomie vers tous ».....	10
1.3. Points forts et points faibles de l'Observatoire de Paris.....	11
1.3.1. Points forts.....	11
1.3.2. Points faibles	11
2. Présentation du lieu du stage : le site de Meudon.....	12
2.1. Historique du site de Meudon.....	12
2.1.1. Un château... ou des châteaux ?.....	12
2.1.2. La création de l'Observatoire de Meudon	13
2.1.3. Le développement de la physique solaire.....	14
2.1.4. L'impact de la seconde guerre mondiale	14
2.2. Le parc de l'Observatoire	15
2.2.1. Des jardins à la française	15
2.2.2. Un espace réservé à la chasse	15
2.2.3. Des monuments historiques dans un milieu protégé	15
2.3. Les instruments de l'Observatoire de Meudon.....	16
2.3.1. La grande lunette	16
2.3.2. Le télescope d'un mètre.....	16
2.3.3. La table équatoriale	17
2.3.4. La plateforme GAMMA-ray Telescope Elements (GATE)	18
2.3.5. Le spectrohéliographe et l'héliographe	18
2.3.6. Les autres instruments	19
3. Le stage.....	20

3.1.	Etat des lieux de l'accessibilité des bâtiments du parcours grand public	20
3.1.1.	L'accueil du public sur le site de Meudon.....	20
3.1.2.	L'accès aux véhicules : une problématique non résolue	22
3.1.3.	L'accès au parcours CPER du site de Meudon.....	23
3.2.	Etat des lieux de l'accessibilité des supports pédagogiques du parcours grand public	26
3.2.1.	Une démarche nouvelle pour l'Observatoire de Paris	26
3.2.2.	Le parcours solaire	27
3.2.3.	Le parcours CPER.....	31
3.3.	Adaptations des supports au vu de l'amélioration de leur accessibilité	36
3.3.1.	Médiation autour du parcours CPER.....	36
3.3.2.	Modifications apportées aux fichiers vidéo.....	38
3.3.3.	Modifications apportées aux fichiers audio.....	41
4.	Conclusion.....	45
4.1.	Bilan du stage	45
4.2.	Conclusions et perspectives.....	46
	REFERENCES.....	47
	Ressources bibliographiques	47
	Ressources internes	47
	Ressources en ligne	47
	REMERCIEMENTS.....	48
	ANNEXES	49
	Annexe 1 : Principaux problèmes de lisibilité identifiés sur les panneaux du parcours solaire	49
	Problèmes liés à la forte exposition au Soleil	49
	Problèmes liés aux faibles contrastes.....	49
	Problèmes liés à la mise en page.....	50
	Annexe 2 : Exemple de fiche tactile proposée en alternative aux maquettes du parcours solaire.....	51
	Annexe 3 : Grille d'analyse utilisée pour évaluer l'ergonomie des supports pédagogiques	55
	Annexe 4 : Exemple de cartel.....	59
	Annexe 5 : Fiche médiation de l'atelier « Starcode ».....	60
	Annexe 6 : Fiche « Quelle manip' pour quel public » de l'atelier Starcode	62
	Annexe 7 : Extrait du fichier « SousTitres_Exoplanetes_FR.srt ».....	65
	Annexe 8 : Expressions modifiées pour leur vocalisation avec Balabolka	66

DES ETOILES PLUS ACCESSIBLES

Par Laurie JACOB

RESUME – L’Observatoire de Paris est aujourd’hui le plus grand pôle national de recherche en astronomie et astrophysique. Ses trois principales missions sont la recherche, l’enseignement et la diffusion des connaissances. Mais si l’astronomie est a priori à la portée de tout le monde, notre Univers est-il réellement accessible à tous ? Des actions culturelles spécifiques peuvent et doivent être menées afin de diffuser la connaissance relative à l’astronomie vers les publics dits « empêchés » et d’encourager ces personnes à aller vers l’astronomie. Dans le cadre de ce stage, des réflexions collectives sur l’accessibilité du nouveau parcours pédagogique grand public ont été menées en collaboration avec la direction de la communication.

Mots-clés: astronomie; astrophysique; observatoire; science; accessibilité; grand public.

ABSTRACT – Nowadays, Paris Observatory is the largest national research center in astronomy and astrophysics. Its three main missions are research, teaching and public outreach. But if astronomy is a priori reachable for everyone, is our universe really accessible for all? Some specific cultural actions can and should be led in order to spread out knowledge related to astronomy towards publics known as « prevented » and to encourage them to approach astronomy. Through this internship, collective thoughts on the accessibility of the new educational pathway for the general public have been conducted in collaboration with the directorate of communication.

Keywords: astronomy; astrophysics; observatory; science; accessibility; general public.

« Les gens ont des étoiles qui ne sont pas les mêmes.
Pour les uns, qui voyagent, les étoiles sont des guides.
Pour d'autres elles ne sont que de petites lumières.
Pour d'autres, qui sont savants, elles sont des problèmes.
Pour mon businessman, elles étaient de l'or.
Mais toutes ces étoiles-là se taisent.
Toi, tu auras des étoiles comme personne n'en a... »

Le petit prince, Antoine de Saint-Exupéry



Introduction

Définie comme « la science qui a pour objet d'étude les corps célestes et plus généralement de l'Univers sidéral¹ », on dit souvent de l'astronomie qu'elle est non seulement une discipline ancienne mais surtout une discipline « à la portée de tous ». Elle se distingue en effet de ses sœurs, comme la physique ou la chimie, au sens où elle n'est pas une science expérimentale mais bien une science d'observation : l'astronome – qu'il soit confirmé ou amateur – ne peut agir sur son objet d'étude, il se contente de l'observer de l'extérieur².

Grand établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel fondé en 1667, l'Observatoire de Paris est aujourd'hui le plus grand pôle national de recherche en astronomie et astrophysique. Ses trois principales missions sont la recherche, l'enseignement et la diffusion des connaissances. Notons que cette dernière mission masque en réalité une autre problématique : bien que l'astronomie soit a priori une science abordable par le grand public, notre Univers est-il accessible à tous ?

Il existe encore aujourd'hui des personnes rencontrant de grandes difficultés d'accès à la culture scientifique – que ce soit pour des raisons d'ordre physique, psychologique ou sociologique – pour lesquelles des actions culturelles spécifiques peuvent et doivent être menées. Ces démarches nécessitent d'une part d'amener l'astronomie vers ces publics dits « empêchés » et d'autre part d'encourager ces personnes à aller vers l'astronomie, notamment en les accueillant dans un lieu qui y est consacré.

Dans le cadre d'une demande de classification « établissement recevant du public » (ERP), le site de Meudon a fait l'objet d'un contrat de plan état-région (CPER) à l'issue duquel un nouveau parcours pédagogique grand public a été créé. Par le biais de ce stage d'une durée de 5 mois, la direction de la communication – également chargée de l'accueil des publics lors des événements et visites guidées – a accepté de porter des réflexions collectives, exposées dans ce présent rapport, sur l'accessibilité de ce nouveau parcours.

¹ : D'après « ASTRONOMIE », *Trésor de la Langue Française Informatisé* [en ligne], consulté le 6 juillet 2015.
URL : <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm> .

² : D'après Lequeux, J. « ASTRONOMIE », *Encyclopædia Universalis* [en ligne], consulté le 6 juillet 2015.
URL : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/astronomie/>

1. L'Observatoire de Paris et son secteur d'activité

1.1. Présentation de l'Observatoire de Paris

1.1.1. Ses missions

L'Observatoire de Paris a pour mission de participer au progrès de la connaissance de l'Univers. Dans cet objectif, il fournit des services liés à son activité de recherche au niveau national et international, contribue à la formation initiale et continue, concourt à la transmission du savoir en astronomie et met en œuvre des activités de coopération internationale. Ainsi, l'Observatoire publie 700 articles par an dans des revues à comité de lecture – soit un tiers de la production nationale dans le domaine de l'astronomie et de l'astrophysique³ – et propose des formations en présentiel et à distance (diplôme universitaire d'établissement, master, doctorat...). Les parrainages avec les écoles offrent également aux enseignants l'opportunité de développer des projets pédagogiques centrés sur l'astronomie avec l'aide des astronomes professionnels de l'Observatoire. Ces projets incluent pour la plupart une visite du site de Meudon.

1.1.2. Son personnel

En juin 2012, l'Observatoire de Paris comptait 236 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents accompagnés de 103 doctorants et de 45 post-doctorants. Ils sont essentiellement issus de l'Enseignement supérieur et du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) avec qui il existe un fort partenariat. Il s'agit plus particulièrement d'astronomes et astronomes adjoints du Conseil National des Astronomes et Physiciens ou « CNAP » (40% des effectifs), de chercheurs du CNRS (40% des effectifs) et d'enseignants-chercheurs (20% des effectifs). Les 359 agents permanents administratifs et techniques, les invités ponctuels français ou étrangers, les étudiants et les stagiaires constituent le reste du personnel. Cela représente environ un tiers des effectifs de l'astronomie et de l'astrophysique nationale⁴.

1.1.3. Sa structuration

L'Observatoire inclut cinq départements scientifiques (**Tableau 1**), des services communs (**Tableau 2**)⁵, la Station de Radioastronomie de Nançay, l'Institut de mécanique céleste et de calcul des éphémérides et le laboratoire « AstroParticule et Cosmologie » (APC)⁶.

³ : D'après le rapport de l'AERES (Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur), juin 2013, p.6.

⁴ : *Ibid.*, p.6.

⁵ : D'après « Guide des guides de l'Observatoire de Meudon », dernière version : août 2011 [document interne].

⁶ : Ce laboratoire est rattaché à l'Université Paris 7, au commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA), au CNRS et à l'Observatoire de Paris.

Tableau 1 : Les cinq départements scientifiques de l'Observatoire de Paris

Nom du département		Localisation
SYRTE	SYstème de Référence Temps-Espace	Paris
LERMA	Laboratoire d'Etude du Rayonnement et de la Matière en Astrophysique	Paris et Meudon
GEPI	Galaxie Etoile Physique et Instrumentation	Paris et Meudon
LESIA	Laboratoire d'Etudes Spatiales et Instrumentation en Astrophysique	Meudon
LUTH	Laboratoire de l'Univers et de ses Théories	Meudon

Tableau 2 : Services communs de l'Observatoire de Paris

Nom de l'entité		Type de service
DIO	Division Informatique de l'Observatoire de Paris	Service commun à caractère scientifique
Bibliothèque	Bibliothèque de l'Observatoire de Paris	Service commun à caractère scientifique CADIST ⁷ pour l'astronomie et l'astrophysique, pôle associé à la BnF ⁸
DIL	Division Immobilière et Logistique	Service général
Dircom	Direction de la communication	Service général
UFE	Unité Formation Enseignement	Formation et enseignement

1.1.4. Son organisation

La direction de l'Observatoire de Paris est assurée par un président élu et assisté par deux vice-présidents, un conseil d'administration et un conseil scientifique. Le budget est essentiellement issu des subventions publiques dispensées par le Ministère de l'Éducation nationale et de la Recherche et par le CNRS. L'Observatoire est implanté sur trois sites :

- Le site de Paris⁹ dont le siège administratif est situé au 61 avenue de l'Observatoire à Paris,
- Le site de Meudon¹⁰ qui regroupe la majorité des moyens de recherche, concentre l'essentiel des formations dispensées par l'établissement et abrite une activité d'observation solaire,
- Le site de Nancay¹¹, station de radioastronomie localisée dans le Cher.

⁷ : Centre d'Acquisition et de Diffusion de l'Information Scientifique et Technique.

⁸ : Bibliothèque nationale de France.

⁹ : Créé en 1667.

¹⁰ : Créé en 1875 et rattaché administrativement à l'Observatoire de Paris en 1927.

¹¹ : Créé en 1953.

1.2. Secteur d'activité de l'Observatoire de Paris

1.2.1. Champs de recherche

L'Observatoire de Paris regroupe des observateurs, des théoriciens et des instrumentalistes qui travaillent dans des domaines très divers incluant presque tous les champs d'application de l'astronomie. Les nombreuses thématiques étudiées à l'Observatoire sont les suivantes :

- La métrologie de l'espace et du temps
- La cosmologie
- La physique des galaxies et des étoiles
- Le milieu interstellaire
- Le Soleil et le système Soleil-Terre
- Les systèmes planétaires
- Les objets compacts
- Les ondes gravitationnelles
- L'histoire des sciences

Ainsi, on retrouve l'Observatoire de Paris dans la grande majorité des projets nationaux et internationaux en astronomie et en astrophysique. On peut notamment souligner son rôle majeur dans :

- i) L'étude systèmes de référence céleste (et plus particulièrement de la rotation de la Terre),
- ii) La définition du temps légal français, dans la mise en place de l'observatoire solaire « THEMIS¹² » et d'autres observatoires spatiaux¹³,
- iii) L'utilisation des grands télescopes internationaux situés au sol.

L'Observatoire a d'ailleurs développé une instrumentation de pointe pour ces grands télescopes en utilisant l'optique adaptative, la spectrographie multi-objets ainsi que des relevés d'observations en infra-rouge.

1.2.2. Projets récents et à venir

Concernant les projets récents et à venir pour l'Observatoire, on peut citer les missions spatiales suivantes :

¹² : Abréviation de « télescope héliographique pour l'étude du magnétisme et des instabilités solaires ». Ce télescope est situé à l'Observatoire de Teide, aux îles Canaries.

¹³ : Cités dans « Guide des guides de l'Observatoire de Meudon », dernière version : août 2011 [document interne] : SOHO, CLUSTER, CASSINI-HUYGENS, GALILEO, ISO, HIPPARCOS, ROSETTA, COROT, Venus Express, Mars Express.

- « ACES/PHARAO », un projet d'horloge atomique par refroidissement d'atomes en orbite
- « GAIA », un satellite lancé en 2013 et consacré aux étoiles de la Voie Lactée
- « HERSCHEL », un télescope spatial infrarouge dont la mission s'est achevée en 2013
- « ROSETTA », une sonde spatiale lancée en 2004 pour l'exploration des comètes
- « DARWIN », un télescope dont l'objectif est d'étudier les exoplanètes¹⁴ afin d'y découvrir des traces de vie primitive
- « Bepi Colombo », une future mission d'exploration de Mercure

L'Observatoire de Paris apporte également son expertise sur les instruments de deuxième génération du VLT (Very Large Telescope), sur le futur E-ELT (European Extremely Large Telescope) et sur la préparation du réseau de radiotélescopes submillimétriques ALMA (Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array).

1.2.3. Le collectif « Astronomie vers tous »

Dans sa démarche d'ouverture à un large public, l'association « Astronomie Vers Tous » (AVT) contribue à améliorer la diffusion de l'astronomie auprès des publics qui n'y ont pas accès. Pilotée par les chercheurs Dominique Proust¹⁵, Régis Courtin¹⁶ et Danielle Briot¹⁷ de l'Observatoire de Paris, l'association collabore avec le service de la communication et les associations «Des étoiles pour tous » et « Planètes sciences » dans le cadre d'un collectif. Les actions menées par AVT impliquent également des musées et des membres de la communauté sourde qui interviennent dans les médias à l'exemple de Daniel Abbou, animateur de l'émission « L'œil et la main » sur France 5. L'association et ses bénévoles élaborent des contenus puis leurs adaptations pédagogiques et techniques pour les malades en milieu hospitalier, les malentendants, les malvoyants ou encore les personnes atteintes d'un handicap moteur¹⁸.

¹⁴ : On les appelle aussi les « planètes extrasolaires ». Il s'agit de planètes en orbite autour d'une autre étoile que le Soleil.

¹⁵ : Astronome à l'Observatoire de Paris, spécialisé en cosmologie. Il intervient notamment auprès de la communauté sourde en proposant des visites et des conférences en Langue des Signes.

¹⁶ : Astrophysicien à l'Observatoire de Paris, spécialisé dans l'étude des systèmes planétaires. Il participe avec Dominique Proust aux interventions d'AVT auprès des publics empêchés.

¹⁷ : Astronome à l'Observatoire de Paris. Elle intervient depuis plusieurs années en tant qu'enseignante dans diverses maisons d'arrêt.

¹⁸ : D'après Proust, D., Courtin, R. (2011). Astro vers tous, *Planétariums* [article accessible en ligne]. URL : http://desetoilespourtous.fr/presse/Revue_de_presse/article_de_presse_2.pdf

1.3. Points forts et points faibles de l'Observatoire de Paris

1.3.1. Points forts

L'enthousiasme et l'intérêt du public pour l'astronomie est grand. La direction de la communication effectue continuellement une veille documentaire dans l'objectif de publier les résultats de recherches potentiellement intéressants pour le grand public. Aussi, malgré la fermeture au public des sites de Paris et de Meudon pour cause de travaux de mise aux normes ERP, le nombre de demandes de visites des lieux émises par des particuliers reste important. L'Observatoire de Paris comporte en effet un grand nombre de bâtiments historiques et prestigieux dans lesquels on trouve des instruments anciens. Deux de ces bâtiments ont fait l'objet de rénovations grâce à un financement obtenu dans le cadre du CPER. C'est le cas du grand sidérostade et de la table équatoriale situés sur le site de Meudon. Ils accueillent désormais un nouvel espace d'exposition grand public. Avec le classement ERP, l'Observatoire pourrait potentiellement organiser davantage d'événements et voir la fréquence de ses visites augmenter.

1.3.2. Points faibles

L'Observatoire de Paris souffre actuellement d'un manque de locaux, qualifiés d'insuffisants ou inadaptés¹⁹. D'autre part, au vu du vieillissement du personnel, le maintien des compétences constitue également une préoccupation majeure pour l'Observatoire. En effet, un grand nombre de retraités conserve une activité dans les laboratoires après leur retraite entraînant un conflit entre le besoin de place pour les actifs et le maintien du savoir-faire de ces anciens chercheurs²⁰. De plus, la mission de diffusion et de vulgarisation des connaissances, bien que mentionnée comme un des objectifs principaux pour l'établissement, mériterait d'être mieux considérée. Comme nous l'avons vu précédemment, le budget de l'Observatoire de Paris reste essentiellement issu de subventions publiques qui tendent à diminuer. Pourtant, l'organisation d'événements ou encore la mise en place d'un mécénat permettrait à l'Observatoire de Paris d'obtenir de nouvelles sources de revenus.

¹⁹ : D'après le rapport de l'AERES (Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur), juin 2013, p.15.

²⁰ : *Ibid.*, p.26.

2. Présentation du lieu du stage : le site de Meudon

2.1. Historique du site de Meudon

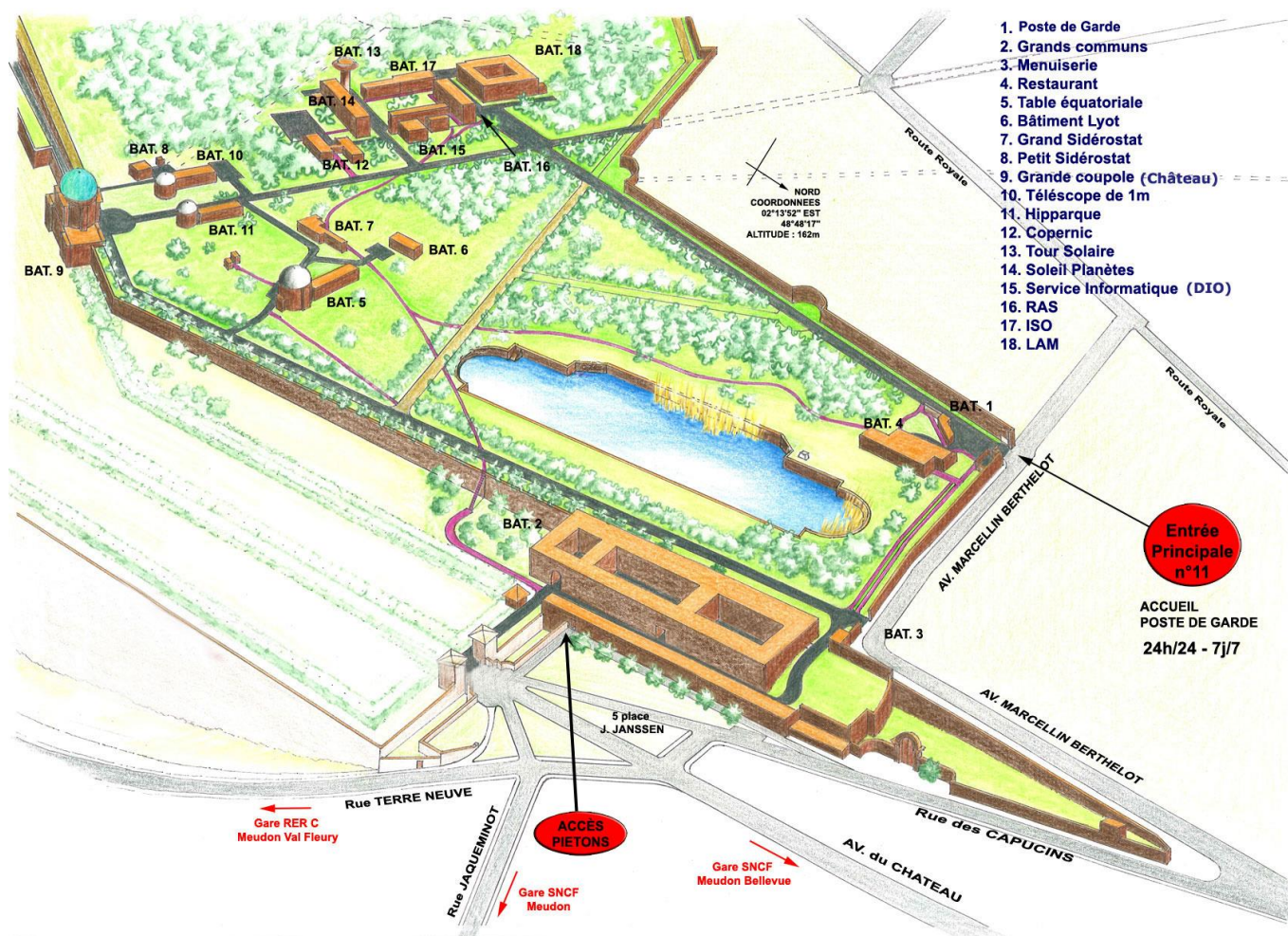
2.1.1. Un château... ou des châteaux ?

Implanté sur un ancien domaine royal, le domaine de l'Observatoire de Meudon est aménagé au début du XVI^{ème} siècle avec la construction d'un château « Renaissance ». Le petit palais est dessiné par Le Primatice : il s'agit alors d'un pavillon surplombant une grotte artificielle décorée et entourée de nombreux jets d'eau. D'un point de vue historique, on qualifie cette première demeure de « château vieux »²¹ par opposition au « château neuf » qui désigne l'actuel château de Meudon (**Image 1**). Résidence royale en 1695, Louis XIV fait agrandir le domaine avec la réalisation de l'Orangerie, des jardins et de pièces d'eau dessinées par André Le Nôtre. En 1706, la grotte est remplacée par un nouveau château conçu par Jules Hardouin-Mansart pour le fils de Louis XIV, le Grand Dauphin. Délaissé au XVIII^{ème} siècle, le bâtiment devient par la suite un palais impérial au début du XIX^{ème} siècle, sous le règne de Napoléon III. En 1870, il sert de point stratégique pour la défense de Paris : il est alors occupé par les Prussiens pendant la guerre. La terrasse est transformée en batterie fortifiée, les arbres sont abattus et les habitants de Meudon expulsés et contraints d'aller à Versailles.



Image 1 : Le château neuf du site de Meudon

²¹ : Ce château a disparu en 1795 après un incendie et une démolition définitive en 1806.



2.1.2. La création de l'Observatoire de Meudon

Après l'armistice de janvier 1871, le château est partiellement ravagé par un incendie qui dure 3 jours. La paix revenue et les murs du château ayant bien résisté au feu, des projets de rénovation du bâtiment sont proposés mais n'aboutissent pas. Dès lors, le parc devient le cantonnement de la 3ème division d'infanterie du 2ème corps, le château est remis au génie militaire et servira à l'entraînement des recrues de 1873 à 1878. Les ruines du bâtiment sont pillées et totalement délaissées. En 1875, Jules Janssen obtient la création d'un observatoire d'astronomie physique en présentant un projet de restauration du château de Meudon. Il installe celui-ci dans les communs (Bâtiment 2) et dans des baraquements sur la terrasse en 1876. Cela permet ainsi de sauver le château dont la démolition avait été envisagée. L'architecte Constant Moyeux est chargé de remodeler le bâtiment tandis qu'une coupole conçue par Jules Janssen est installée au-dessus de l'édifice. Deux instruments sont mis en service en 1893 : la grande lunette et le télescope d'un mètre²².

²² : D'après Lesté-Lasserre, N. Le château de Meudon, *Histoire du site de Meudon* [en ligne], consulté le 31 juillet 2015. URL : <http://www.obspm.fr/histoire-du-site-de-meudon.html>

2.1.3. Le développement de la physique solaire

Le premier spectrohéliographe est installé à Meudon en 1891 par Henri Deslandres. Cet appareil permet d'obtenir des images monochromatiques du Soleil et d'observer sa chromosphère, un fin liseré rougeâtre qui n'est visible que lors des éclipses solaires. Cela va considérablement faire avancer la physique solaire. En 1920, le recueil quotidien de spectrohéliogrammes²³ débute à l'Observatoire de Meudon, offrant ainsi de précieux renseignements sur l'évolution de l'activité solaire. Durant cette même période, le coronographe²⁴, le filtre polarisant monochromatique et le coronomètre²⁵ sont inventés par Bernard Lyot. L'Observatoire de Meudon reçoit par la suite de l'Union Astronomique Internationale (UAI) la mission d'organiser la coopération internationale pour la surveillance du Soleil et l'observation des éruptions solaires.

2.1.4. L'impact de la seconde guerre mondiale

Au cours de la seconde guerre, l'Observatoire est occupé par l'armée allemande. Des batteries de défense contre les avions sont installées sur la première terrasse, l'actuel jardin public géré par la mairie. D'importants travaux de réfections des communs (Bâtiment 2) – où subsistaient encore les box d'écurie des chevaux du Grand Dauphin – sont lancés en 1945 par André Danjon, alors nommé directeur de l'Observatoire. En 1954, une science nouvelle née de l'utilisation des radars pendant la guerre fait son apparition : la « radioastronomie ». Celle-ci marquera le début de la grande expansion du site de Meudon comme le montre le **Tableau 3** ci-dessous :

Tableau 3 : évolution du personnel du site de Meudon de 1946 à 1983

1946	1960	1969	1983
20 personnes	150 personnes	450 personnes (600 pour l'ensemble)	500

La station de radioastronomie de Nancay est créée en 1953. L'Observatoire reçoit son premier ordinateur en 1959. La construction de la tour solaire débute en 1963, celle-ci est munie d'un théodolithe²⁶ pour l'observation des satellites artificiels. La coupole du château sous laquelle se trouve la grande lunette est remise en état de 1956 à 1964 avec l'installation d'un plancher mobile.

²³ : Photographies du Soleil.

²⁴ : Appareil permettant d'étudier la couronne solaire en créant une éclipse artificielle.

²⁵ : Appareil permettant d'observer les émissions de la couronne solaire avec une lunette ordinaire.

²⁶ : « THÉODOLITE, subst. masc. Instrument de visée composé d'une lunette montée sur une fourche lui permettant de tourner autour d'un axe horizontal, utilisé en géodésie et en astronomie pour mesurer les angles horizontaux ou verticaux et les coordonnées azimutales d'un astre ».

D'après « THEODOLITE », *Trésor de la langue française informatisé* [en ligne], consulté le 22 juillet 2015.

URL : <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm>

2.2. Le parc de l'Observatoire

2.2.1. Des jardins à la française

Le parc de l'Observatoire a vu le jour bien après le château situé sur les hauteurs de Meudon. Sa création date en effet de 1655 avec la mise en place de la grande terrasse par Servien, le baron de Meudon. Le domaine est par la suite acheté en 1679 par Louvois²⁷ puis aménagé par des architectes, jardiniers et fontainiers reconnus pour leur travail à Versailles. André Le Nôtre supervise alors la mise en place des jardins, des bassins et pièces d'eau. Émerveillé devant la beauté des lieux, Louis XIV décide de racheter le domaine pour son fils et y fait planter des fleurs et des arbres. La forêt entourant le parc devient alors un lieu de promenade et de chasse pour la cour royale.

2.2.2. Un espace réservé à la chasse

Le domaine royal est petit à petit laissé à l'abandon après la mort de Louis XIV. Cependant, Louis XV et Louis XVI l'utiliseront pour la chasse. Louis XVI vend les jardins bas aux paysans et fait édifier un mur – toujours visible aujourd'hui – pour séparer le parc du domaine réservé à la chasse. Les bassins et leurs réservoirs sont alors détruits puis le domaine est démantelé en 1800. Napoléon réutilise une portion des terres et fait défiler ses troupes sur la grande terrasse. Par la suite, une partie de la propriété connaît un renouveau avec la création de l'observatoire par Jules Janssen en 1876.

2.2.3. Des monuments historiques dans un milieu protégé

Le site meudonnais de l'Observatoire de Paris est un espace clos depuis le règne de Louis XVI et peu d'aménagements ont eu lieu après cette époque. Il a donc gardé des aspects proches d'une réserve semi-naturelle. Le domaine a été classé au titre des monuments historiques en 1913 et inscrit au titre des sites en 1930. Ainsi, de nombreuses espèces en voie de disparition autour de Paris – des oiseaux, des insectes, des arbres et des plantes – ont été préservées grâce à cette protection. En 2009, les boisements et prairies de l'Observatoire de Meudon ont par ailleurs été reconnus « zone naturelle d'intérêt écologique faunistique et floristique²⁸ ». C'est pourquoi la direction de l'Observatoire s'attache tout particulièrement à la conservation de cet espace et de ce patrimoine exceptionnel.

²⁷ : Ministre de Louis XIV.

²⁸ : D'après Ramarao, M. Le parc de l'Observatoire de Meudon, *Histoire du site de Meudon* [en ligne], consulté le 3 août 2015. URL : <http://www.obspm.fr/-histoire-du-site-de-meudon-.html>

2.3. Les instruments de l'Observatoire de Meudon²⁹

2.3.1. La grande lunette

La grande lunette (*Image 2*) est opérationnelle depuis 1896. Elle fait partie des instruments les plus emblématiques du site de Meudon. Installée au-dessus du château dans la grande coupole, elle s'est placée à la fin du XIX^{ème} siècle comme la troisième au monde pour son diamètre et demeure également la plus grande d'Europe. Ainsi, elle a été classée « monument historique » en 1972. La coupole s'est vue dotée d'un plancher mobile en 1964, ce qui a permis de faciliter l'utilisation de l'instrument. D'importants dégâts ont toutefois été subits par le bâtiment au cours de la tempête de 1999, entraînant une remise en état de la coupole à partir des années 2000. Endommagée par la corrosion, celle-ci a bénéficié d'une restauration complète en avril 2005. La grande lunette est actuellement en cours de restauration.



Image 2: La grande lunette

2.3.2. Le télescope d'un mètre

Construit en 1893 en configuration Newton, le télescope d'un mètre (*Image 3*) servait initialement à observer des objets comme les nébuleuses. Modernisé en 1969, il bénéficie d'une nouvelle configuration : un montage « Cassegrain » qui lui permet d'être équipé d'une instrumentation plus volumineuse et mieux adaptée à l'observation des planètes. Aujourd'hui, il est encore utilisé pour la formation des maîtres et des étudiants pour apprendre les techniques d'observation et par les chercheurs de l'Observatoire afin d'observer des phénomènes ponctuels pour lesquels la pollution lumineuse ne pose pas de problème (par exemple, les occultations d'étoiles brillantes par les astéroïdes).

²⁹ : D'après « Guide des guides de l'Observatoire de Meudon », dernière version : août 2011 [document interne].

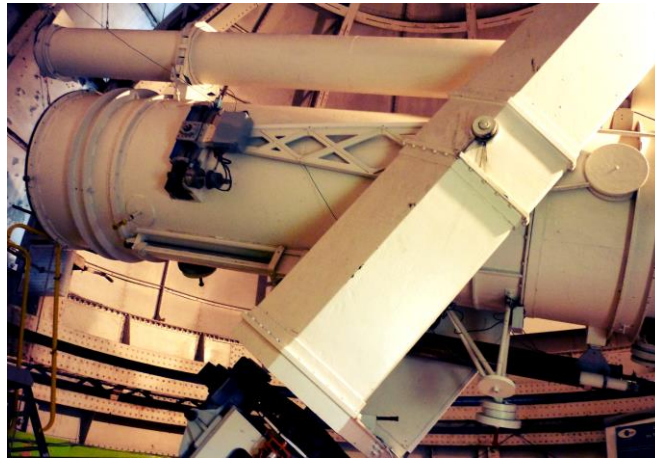


Image 3 : Le télescope d'un mètre

2.3.3. La table équatoriale

Mise en service en 1930, la monture équatoriale comprend une table de montage sur laquelle peuvent se fixer à volonté plusieurs instruments. La coupole de la table équatoriale contenait à l'origine une lunette de 32 cm de diamètre³⁰ (**Image 4**) ce qui explique sa grande dimension par rapport à la taille du télescope qu'elle abrite actuellement. En effet, la lunette a été par la suite remplacée par un télescope de Schmidt. Celui-ci a réalisé des photos du ciel jusque dans les années 70, avant que la pollution lumineuse ne devienne trop importante. Après l'abandon de ces observations, le Schmidt a été changé pour un télescope de 60 cm utilisé actuellement pour la formation des maîtres, des étudiants et parfois par les chercheurs pour des événements exceptionnels (comètes, éclipses, occultations...).

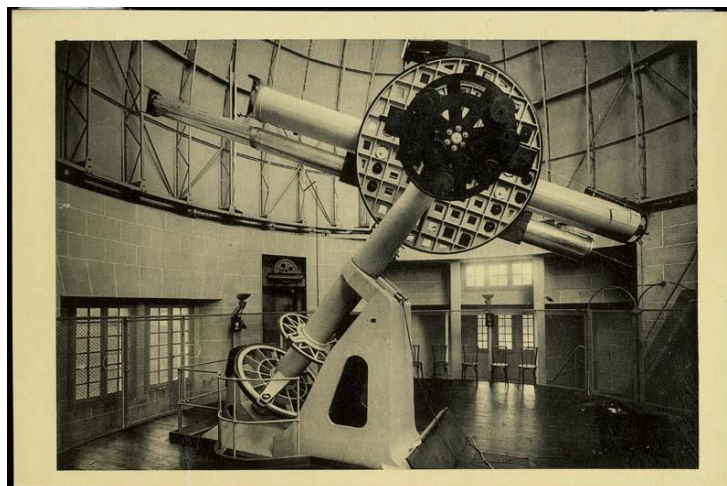


Image 4 : Configuration de la table équatoriale en 1932 avec la lunette de 32 cm et le coronographe de Lyot. Source : <http://fr.academic.ru/dic.nsf/frwiki/1253538>

³⁰ : Cette lunette est actuellement fixée au télescope d'un mètre.

2.3.4. La plateforme Gamma-ray Telescope Elements (GATE)

Le mercredi 24 juin 2014, l'Observatoire de Meudon accueillait une nouvelle plateforme : « Gamma-ray Telescope Elements » ou « GATE » (*Image 5*). La phase de test des équipements de GATE et leur validation constitue une étape significative dans la mise en place du futur réseau de télescopes « Cherenkov Telescope Array » (CTA). CTA est un projet d'envergure mondiale dont l'objectif est d'étudier une grande diversité d'astres avec une haute sensibilité et une grande précision. La mise en service progressive de l'infrastructure est prévue pour 2018. Grâce à l'examen du rayonnement gamma de très haute énergie, CTA devrait permettre de faire progresser les questions clés de l'astronomie moderne comme l'origine des rayons cosmiques ou encore la nature de la matière noire.



Image 5 : Inauguration de la plateforme GATE à l'Observatoire de Meudon.

Source : <http://www.obspm.fr/inauguration-de-la-plate.html>

2.3.5. Le spectrohéliographe et l'héliographe

La surveillance systématique de l'activité du Soleil à l'Observatoire de Meudon s'effectue à l'aide du spectrohéliographe et de l'héliographe. Ces observations du Soleil ont lieu depuis 1920. Le spectrohéliographe permet de réaliser des photographies du Soleil en images monochromatiques. Il est alimenté par un cœlostat (*Image 6*), une combinaison de deux miroirs qui permet la réflexion d'une région du ciel sur un instrument fixe. L'héliographe est quant à lui une lunette solaire à guidage et prise de vue automatique (trois images du Soleil par minute) équipée d'un filtre spécial pour cinématographier les éruptions solaires et les étudier de manière dynamique.



Image 6 : Le coelostat

2.3.6. Les autres instruments

Les autres instruments ne sont pas montrés au grand public lors des visites. Le grand sidérostas de Foucault permet d'éclairer une lunette ou un télescope de poids important, il a beaucoup servi à la mise au point de nouveaux instruments d'observation. La Tour solaire (**Image 7**) a été conçue pour capter les rayons solaires à une altitude où ils se trouvent à l'abri de la turbulence atmosphérique. Le fût de la tour comporte un télescope fixe de 60 cm de diamètre. Ces deux instruments ont vu leur activité diminuer depuis l'exploitation du télescope solaire THEMIS aux Canaries. Également non visitable, l'autre coupole semblable à celle du télescope d'un mètre (**Image 8**) renferme un télescope infrarouge utilisé pour la formation des étudiants. Les physiciens de l'Observatoire bénéficient également d'équipements de spectrographie moderne pour leurs études en laboratoire, à l'exemple du spectrographe de 10 mètres sous vide.



Image 7 : La Tour Solaire



Image 8 : Coupole jumelle du T1M

3. Le stage

3.1. *Etat des lieux de l'accessibilité des bâtiments du parcours grand public*

3.1.1. L'accueil du public sur le site de Meudon

3.1.1.1. L'accessibilité du cadre bâti, une obligation légale

L'accessibilité du cadre bâti fait l'objet d'une obligation légale renforcée par la loi du 11 février 2005 où il est précisé que « la chaîne du déplacement, qui comprend le cadre bâti, la voirie, les aménagements des espaces publics, les systèmes de transport et leur intermodalité, [doit être] organisée pour permettre son accessibilité aux personnes handicapées ou à mobilité réduite³¹ ». Cela implique d'une part la prise en compte de tous les visiteurs et d'autre part la mise en place d'un cheminement continu, identifiable et sécurisé. L'échéance initialement fixée pour 2015 s'est récemment vue reportée au profit de la mise en place des Agendas d'Accessibilité Programmée (ou « Ad'Ap »), engagement de la part des établissements recevant du public à réaliser et financer des travaux dans un délai donné tout en respectant les règles d'accessibilité³².

3.1.1.2. L'accueil handicap du site de Meudon

Des travaux ont été engagés à l'Observatoire de Meudon pour améliorer l'accessibilité des locaux. Les choix effectués restent toutefois maladroits, à l'exemple de l'accueil handicap (*Image 9*).



Image 9 : L'accueil handicap à l'Observatoire de Meudon

³¹ : D'après l'article 45 de la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », consulté le 10 août 2015.

URL : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000809647>

³² : D'après « Qu'est-ce qu'un agenda d'accessibilité programmée ? », Ministère du développement durable, consulté le 21 août 2015. URL : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Qu-est-ce-qu-un-agenda-d.html>

Celui-ci est pourvu d'une place de parking dédiée, d'une rampe d'accès et de portes dont l'ouverture est automatique mais il débouche sur un espace très peu accessible aux personnes à mobilité réduite (PMR). En effet, on peut voir sur la gauche une porte très étroite et un escalier à côté duquel se trouve une petite pièce (**Image 10**) équipée de W.C. non adaptés. Un couloir sur la droite permet cependant d'accéder à des sanitaires plus appropriés mais il est encombré par des obstacles gênant le passage d'un fauteuil roulant (étagères, plantes vertes...). De plus, l'accueil handicap et la nouvelle salle d'accueil du public conçue dans le cadre du projet CPER sont deux espaces qui ne communiquent pas entre eux par les couloirs.

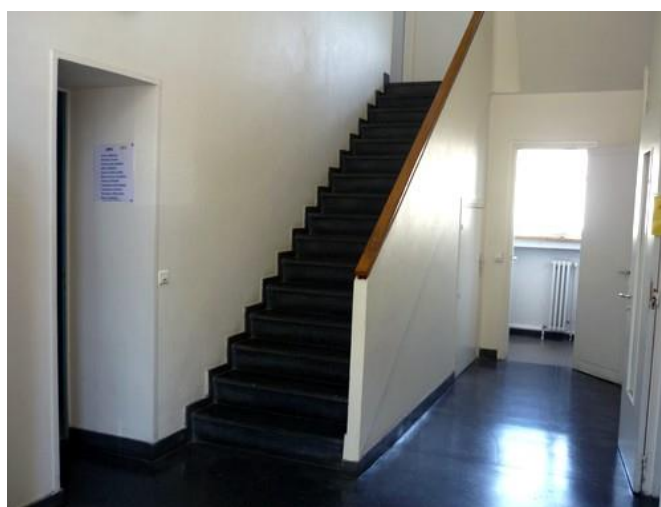


Image 10 : Hall de l'accueil handicap et couloir permettant d'accéder aux sanitaires adaptés

3.1.2. L'accès aux véhicules : une problématique non résolue

3.1.2.1. L'accès aux espaces d'accueil

Les deux espaces d'accueil du public se situent dans les communs (Bâtiment 2), à proximité de l'entrée réservée aux piétons qui devrait logiquement être privilégiée pour les visiteurs. Mais le dispositif d'accès aux véhicules par la place Jules Janssen est géré de manière indépendante par la mairie de Meudon : bloqué par des plots escamotables, il est inutilisable par le personnel de l'Observatoire.

L'entrée des véhicules ne peut s'effectuer qu'au 11 avenue Marcelin Berthelot à l'heure actuelle. Seulement, le chemin que doivent emprunter les véhicules pour rejoindre les espaces d'accueil depuis ce point s'avère très contraignant (*voir plan d'accès ci-dessous*). En effet, les visiteurs véhiculés souhaitant se rendre à l'accueil doivent actuellement :

- i) Faire un détour par le chemin longeant les remparts ;
- ii) Tourner à gauche et passer par l'allée du château ;
- iii) Remonter la route qui longe l'étang du bel air jusqu'à la menuiserie ;
- iv) Descendre dans les communs (Bâtiment 2) et aller se garer dans l'une des cours.

Plan d'accès aux véhicules, site de Meudon



3.1.2.2. Solutions envisageables

La route longeant le restaurant (Bâtiment 4) n'est pas praticable par les véhicules : il s'agit d'une allée piétonne. L'accès par le grand portail métallique situé au-dessus des communs reste inexploitable car il se trouve au niveau du virage de la route située à sa gauche (**Image 11**). La problématique a été reportée à l'équipe chargée des visites. Pour répondre à ces différentes contraintes, la nécessité d'avoir un véhicule dédié aux déplacements lors des visites a été évoquée. La mise en place d'une signalétique appropriée devrait également faciliter la circulation sur le site. Un accord avec la mairie peut aussi être envisagé pour contrôler l'accès des véhicules via la place Jules Janssen. Dans l'attente d'une solution pérenne, un plan d'accès pourrait être distribué aux visiteurs véhiculés.



Image 11 : Portail situé au-dessus des communs vu depuis l'allée longeant le restaurant

3.1.3. L'accès au parcours CPER du site de Meudon

3.1.3.1. L'accès à la seconde terrasse

Outre la salle d'accueil, d'autres lieux font partie du parcours grand public : la table équatoriale et le grand sidérost, situés sur la seconde terrasse de l'Observatoire. Ces lieux sont accessibles depuis les communs (Bâtiment 2) via une petite passerelle métallique (**Image 12**). Pour des raisons de sécurité, l'emprunt de cet escalier est aujourd'hui interdit durant les visites guidées³³. L'accès à la seconde terrasse s'effectue désormais par un escalier interne aux communs.

³³ : Celles en parrainage sont cependant maintenues pendant les travaux de mise aux normes ERP.



Image 12 : Passerelle métallique reliant les communs à la terrasse supérieure de l'Observatoire

À long terme, la création d'un ascenseur partant de la salle d'accueil du public vers la seconde terrasse est envisageable. L'utilisation d'un véhicule dédié aux déplacements lors des visites éviterait au public d'avoir à emprunter un escalier : les personnes à mobilité réduite ne peuvent actuellement accéder à la seconde terrasse que par la route empruntée par les véhicules.

3.1.3.2. L'accès à la table équatoriale

L'accès au rez-de-chaussée de la table équatoriale peut se faire via la grande porte vitrée en métal située à l'avant du bâtiment ou via une petite porte située sur la gauche (*Image 13*). Cependant, les marches empêchent les PMR d'atteindre le rez-de-chaussée et le bâtiment est dépourvu de rampe d'accès. La seule solution de substitution trouvée à ce jour n'est malheureusement pas satisfaisante à long terme.



Image 13 : La table équatoriale, un bâtiment entouré de marches

En effet, elle consiste à passer par la porte des bureaux situés à l'arrière du bâtiment (**Image 14**). Mais ces couloirs sont réservés aux chercheurs et encombrés par des imprimantes et des meubles de rangements. De plus, pour parvenir jusqu'aux espaces pédagogiques, un détour par la salle de réunion est inévitable alors que des chercheurs travaillent dans les locaux pendant les horaires des visites. Notons également que la plateforme située devant la porte est entourée de part et d'autre d'un fossé étroit. Cela implique un risque potentiel de chute pour les personnes utilisant cet accès : des barrières devraient être installées pour sécuriser l'entrée.



Image 14 : Entrée des bureaux situés à l'arrière de la table équatoriale

Aussi, le sol du rez-de-chaussée de la table équatoriale est recouvert de grandes plaques métalliques et les espaces entre les objets (piliers, meubles, pupitres des supports pédagogiques, banc...etc.) sont très restreints. L'étage de la coupole n'est pas accessible aux personnes utilisant des aides à la locomotion et/ou ayant des problèmes d'équilibre : il nécessite l'emprunt d'un escalier étroit. En accord avec Dominique Proust, le télescope d'un mètre reste sans doute à privilégier lors des visites organisées avec des personnes à mobilité réduite. Il est en effet possible pour les PMR d'apercevoir l'instrument sans avoir à franchir d'obstacle particulier en passant par la porte d'accès aux travaux pratiques. Le télescope d'un mètre est également plus grand que celui de la table équatoriale : il suscite davantage l'intérêt du public.

3.1.3.3. L'accès au grand sidérost

Le grand sidérost (Bâtiment 7) a fait l'objet d'aménagements spécifiques pour l'accueil des utilisateurs de fauteuil roulant – ou de toute autre aide à la locomotion – avec la mise en place d'une rampe d'accès longeant le bâtiment (**Image 15**). Cette rampe est considérée comme peu esthétique par le personnel de l'Observatoire et comporte malheureusement de nombreux

défauts. Sa boiserie et ses éléments métalliques demandent souvent des réparations, la pente est assez raide et le virage serré. Mais le plus surprenant est le fait qu'elle débouche... sur le petit l'escalier de droite ! Par conséquent, il semble très important de sensibiliser les guides à ce sujet afin de prévenir les risques de chute. Ce problème de sécurité a été transmis au responsable hygiène et sécurité de l'Observatoire de Paris.



Image 15 : Rampe d'accès au grand sidérost, débouchant sur l'escalier

Point positif à noter cependant, la salle pédagogique du Bâtiment 7 semble avoir été mieux pensée pour accueillir des PMR : elle est dotée de sanitaires adaptés, d'un banc facile d'accès, le sol y est plat et la circulation entre les ateliers est beaucoup plus aisée que dans la table équatoriale. Du fait de l'ancienneté des bâtiments, les possibilités d'aménagement sont en effet plus limitées dans les coupoles.

3.2. Etat des lieux de l'accessibilité des supports pédagogiques du parcours grand public

3.2.1. Une démarche nouvelle pour l'Observatoire de Paris

Bien que le cadre bâti soit celui le premier auquel on pense quand on évoque l'accessibilité, celle-ci fait en réalité l'objet d'une réflexion plurielle. En effet, l'accessibilité est aussi une question de scénographie et d'adaptation de l'offre culturelle vis-à-vis des publics empêchés : elle implique la mise en place de dispositifs de compensation pour les supports d'information, de communication et d'apprentissage.

En dehors des actions du collectif « Astronomie Vers Tous » et des visites en Langue des Signes Française (LSF) organisées ponctuellement par Dominique Proust, les supports pédagogiques du parcours grand public n'ont pas fait l'objet de démarches spécifiques en

termes d'accessibilité. Des classes pour l'inclusion scolaire (CLIS)³⁴ peuvent bénéficier d'un parrainage avec l'Observatoire mais d'après les parrains rencontrés au cours du stage, la prise en charge du handicap des élèves est le plus souvent assurée par l'enseignant spécialisé. Une sensibilisation à la problématique du handicap pourrait être envisagée pour les guides afin de proposer une médiation humaine adaptée.

3.2.2. Le parcours solaire

3.2.2.1. Les panneaux pédagogiques

Le parcours solaire est une exposition créée à l'Observatoire en mai 2008 dans le cadre de l'année mondiale de l'astronomie³⁵. Son objectif est de faire découvrir au public les principaux objets qui composent le système solaire, de présenter les derniers résultats de recherches, les questions en suspens et les missions spatiales pour les étudier. Il s'agit d'un circuit composé de 12 panneaux pédagogiques (dont un d'introduction) correspondant chacun à une entité du système solaire : le Soleil, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, les petits objets (astéroïdes et comètes), Jupiter, Saturne, Uranus, Neptune et enfin les objets transneptuniens. De dimensions 600 par 750 mm, les supports se présentent sous la forme d'une grande table dont le plateau est légèrement incliné. Certains comportent une maquette accrochée à l'aide d'une tige métallique souple (*Image 16*).



Image 16 : Un exemple de panneau du parcours solaire

³⁴ : Classes qui permettent l'accueil d'un petit groupe d'enfants en situation de handicap dans une école primaire ordinaire.

³⁵ : Cette exposition fixe existe aussi en version itinérante.

Les panneaux pédagogiques sont espacés les uns des autres afin de rendre compte des distances réelles séparant les entités entre elles dans notre système solaire. Il est représenté ici à l'échelle de 1 mètre pour 10 millions de kilomètres³⁶ (**Image 17**).



Image 17 : Position des panneaux du parcours solaire

La quantité d'éléments exposés sur les panneaux laisse croire qu'ils ont été pensés pour des visiteurs individuels. Les contenus sont en effet présentés sous la forme de blocs de textes rédigés où les idées clés ne sont pas mises en valeur par la typographie. Pourtant, les supports sont utilisés par les guides lors de visites groupées. Certains panneaux comportent un petit encadré en bas à droite (**Image 18**), il contient des informations sous forme de notes. Ce format de présentation des informations s'avérerait beaucoup plus utile que les blocs de textes rédigés, aussi bien pour le médiateur que pour les visiteurs. La disposition des items en liste verticale favorise en effet la lecture rapide³⁷.

³⁶ : D'après « Exposition itinérante : le système solaire (version bilingue) », dernière version : février 2009 [document interne].

³⁷ : D'après Boucher, A. (2011). *Ergonomie web : pour des sites web efficaces*, p.38.

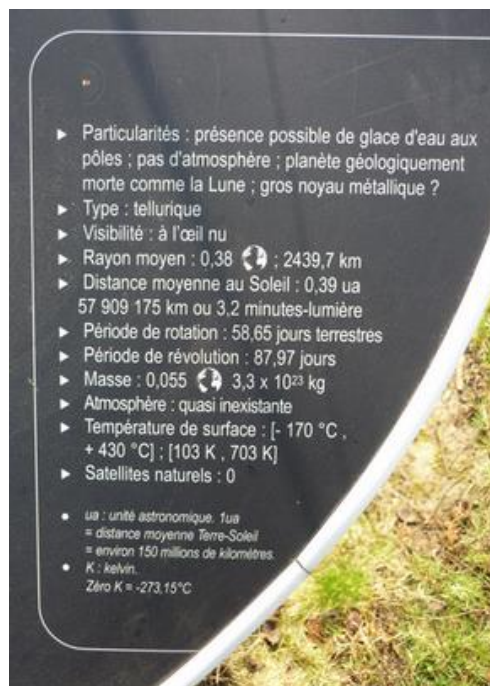


Image 18 : Un exemple d'encadré du parcours solaire

Les contenus sont proposés en version bilingue. Offrir une alternative en anglais est bonne initiative mais cela a malheureusement tendance à surcharger les supports : faute de place, les légendes des figures ne sont pas traduites et les textes en anglais sont très souvent situés en marge du texte principal, là où l'arrière-plan n'est plus uniforme. Les chevauchements avec les images décoratives s'accompagnent souvent de gênes au niveau des contrastes. Les principaux problèmes de lisibilité identifiés sur les panneaux du parcours sont exposés en **Annexe 1**.

3.2.2.2. Les maquettes du parcours solaire

Les maquettes disposées le long du parcours solaire correspondent à des modèles réduits des différentes entités du système solaire, il s'agit de « maquettes de définition³⁸ » (**Image 19**). Elles ne conservent que quelques propriétés caractéristiques de leur objet de référence : les tâches solaires pour le Soleil, la couleur bleue pour la Terre, les anneaux pour Saturne, etc. Supposons maintenant qu'une personne déficiente visuelle visite le parcours solaire. Les maquettes seraient-elles pleinement exploitables par cette personne ? La modalité d'exploration de ces supports est principalement visuelle : une bonne acuité est nécessaire pour percevoir Mercure, Vénus et la Terre. Ces planètes sont en effet représentées par de minuscules billes entourées d'un cercle de plexiglass (**Image 20**).

³⁸ : D'après Bris, M. (2000). Catégories de maquettes, *Les maquettes, outils de connaissance pour les handicapés visuels*, p.4.



Image 19 : Maquette de Jupiter



Image 20 : Microbille représentant Vénus

La déficience visuelle a une influence d'une part sur les capacités de discrimination et implique d'autre part des particularités du champ perceptif. Elle ne concerne pas seulement les personnes malvoyantes et les personnes aveugles. En effet, certaines maladies comme la cataracte³⁹, la dégénérescence maculaire liée à l'âge⁴⁰ (DMLA), la rétinite pigmentaire⁴¹ ou encore le diabète ou encore peuvent altérer la vision (**Figure 1**). Bien qu'un relief puisse être perçu sous le doigt lors de l'exploration tactile de ces supports, une personne aveugle ou malvoyante ne pourra probablement pas pleinement exploiter les maquettes. Des fiches tactiles présentées en **Annexe 2** ont été réalisées dans le cadre du stage. Elles proposent une représentation alternative aux maquettes sous la forme de dessins en relief.

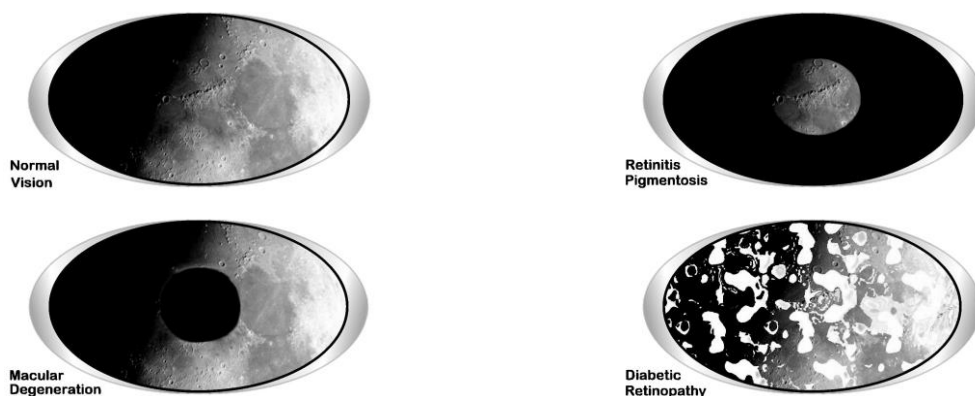


Figure 1 : Différentes pathologies pouvant altérer la vision.

Source : <http://astronomerswithoutborders.org/>

³⁹ : Opacification partielle ou totale du cristallin de l'œil. Voir à ce sujet Sacks, O. (2003) Voir et ne pas voir, *Un anthropologue sur Mars*. Éditions du Seuil.

⁴⁰ : Perte de la vision centrale.

⁴¹ : Perte de la vision périphérique.

3.2.3. Le parcours CPER

3.2.3.1. Présentation du parcours CPER

Le parcours CPER est une exposition créée autour des lieux historiques du site de Meudon de l'Observatoire de Paris. Il inclut la salle d'accueil dans les communs (Bâtiment 2), la table équatoriale et le grand sidérost. L'objectif du projet est de :

- i) Mettre en avant la recherche conduite au sein de l'Observatoire,
- ii) Replacer notre système solaire et notre galaxie la Voie lactée dans l'Univers à travers des ateliers thématiques⁴².

La rédaction des contenus de l'exposition est l'œuvre du groupe de travail composé de Yann Clénet⁴³, Alain Doressoundiram⁴⁴, Jean-Marie Malherbe⁴⁵ et Dominique Proust⁴⁶. Les textes ont été conçus sous la coordination de la direction de la communication avec la validation de la présidence. La scénographie de l'exposition a été confiée à l'agence Du&Ma.

3.2.3.2. La salle d'accueil

La salle d'accueil du public (**Figure 2**) est située dans les communs (Bâtiment 2).

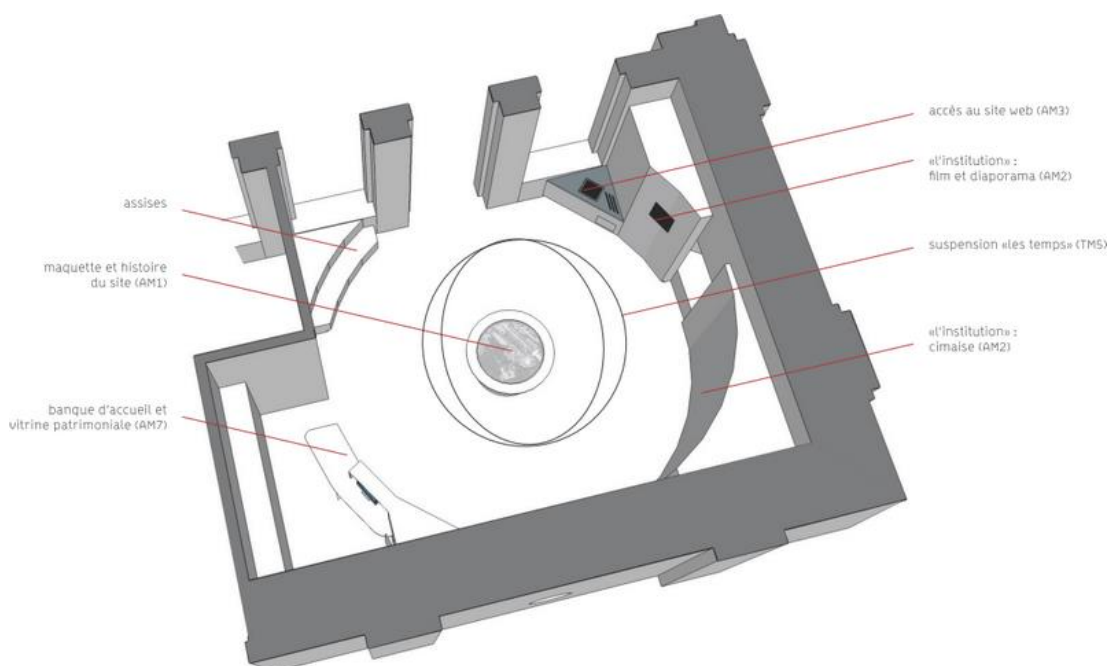


Figure 2 : Plan de la salle d'accueil

⁴² : D'après « Synopsis de l'exposition CPER Observatoire de Meudon », dernière version : 10 mars 2014. [document interne].

⁴³ : Astrophysicien à l'Observatoire de Paris. Il forme les parrains et les guides aux consignes de sécurité et d'utilisation de la coupole et des instruments de la table équatoriale.

⁴⁴ : Astrophysicien à l'Observatoire de Paris. Il assure la coordination des parrainages.

⁴⁵ : Auparavant directeur de l'UFE à l'Observatoire de Paris, il assurait la coordination des observateurs solaires.

⁴⁶ : Astrophysicien à l'Observatoire de Paris, spécialisé dans l'étude des systèmes planétaires.

On y trouve de nombreux supports pour la médiation : une maquette centrale, une fresque présentant l'Observatoire, une suspension intitulée « Tempus Orbit », une borne d'accès au site web, un écran diffusant un diaporama et un poste informatique dédié aux exoplanètes. L'objectif de la maquette est de retracer l'histoire du site de Meudon. Creusée dans un cylindre de 120 cm de diamètre, elle possède cependant deux inconvénients majeurs sous l'angle de l'accessibilité :

- i) Vis-à-vis des personnes déficientes visuelles : la maquette est intégrée sous vitrine et les bâtiments sont représentés en gris clair, ils ressortent mal sur le fond blanc ;
- ii) Vis-à-vis des utilisateurs de fauteuil roulant ou des visiteurs de petite taille : la maquette ne peut être vue que par le dessus.

Le poste informatique accroché au mur est utilisé pour afficher un compteur d'exoplanètes et diffuser une conférence de Raphaël Galichet⁴⁷. Le son de la vidéo était initialement retransmis dans un casque : cela ne permettait pas d'exploiter le média avec la totalité des visiteurs. Avec l'accord de l'équipe chargée des visites, le casque a été retiré du poste informatique au profit de l'utilisation des hauts parleurs. Un sous-titrage de la vidéo a été proposé dans le cadre du stage afin de permettre aux visiteurs sourds et malentendants de visionner le média. Cette mesure devrait également aider les personnes qui ne maîtrisent pas la langue française à mieux comprendre la vidéo.

3.2.3.3. La table équatoriale

La table équatoriale (**Figure 2**) comporte une borne d'accès au site web, un écran diffusant un film muet et 8 ateliers thématiques :

- L'expansion cosmique
- La construction de l'Univers
- Des étoiles plurielles
- Des milliards de galaxies
- Galaxy zoo
- Les filaments de l'Univers
- Les instruments au sol
- L'instrumentation spatiale

Ces ateliers se présentent sous la forme de pupitres accompagnés d'un panneau accroché au mur.

⁴⁷ : Maître de conférence à l'Université Paris-Diderot et à l'Observatoire de Paris.

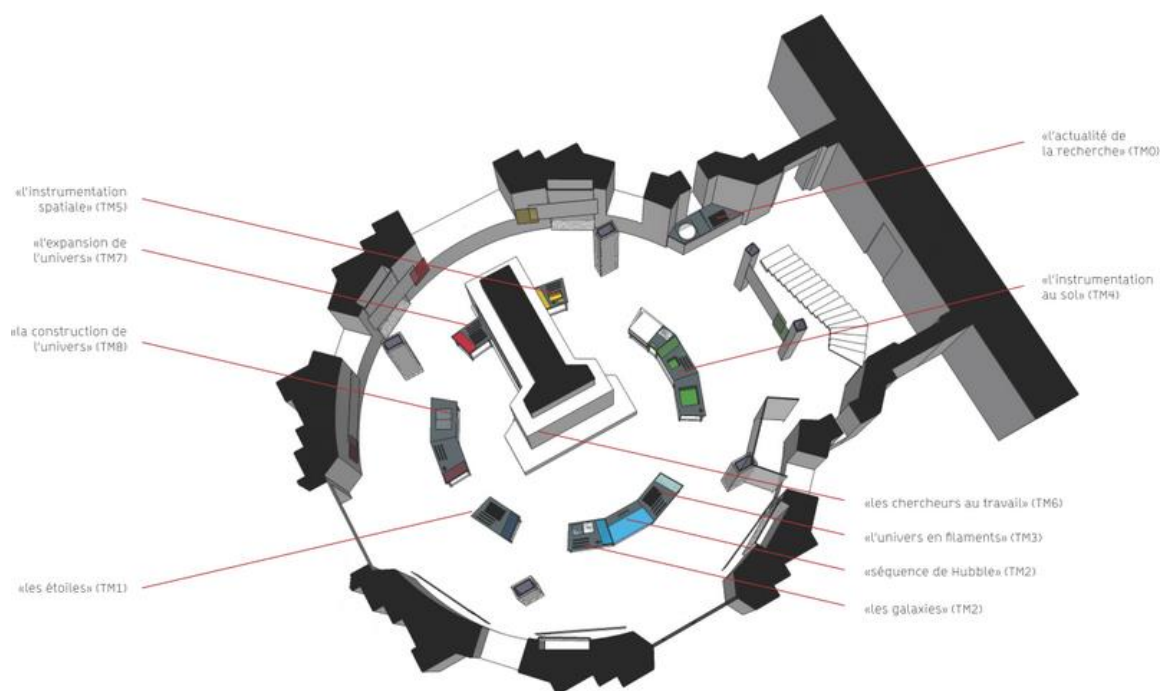


Figure 3 : Plan du rez-de-chaussée de la table équatoriale

Une grille d'analyse a été conçue à partir des critères de Bastien et Scapin⁴⁸ (1993) afin d'effectuer un examen exhaustif de l'ergonomie de ces supports⁴⁹. Elle est disponible en **Annexe 3**. Grâce à cette analyse, divers problèmes ont pu être identifiés. Sur les ateliers « L'instrumentation spatiale » et « Les instruments au sol », les deux panneaux au mur présentent de très faibles contrastes. Si la lecture du titre ne pose aucune difficulté, la lisibilité du texte en chapeau s'avère médiocre. Le choix des couleurs pour le pupitre « Les filaments de l'Univers » ne semble pas pertinent : le texte en blanc contraste mal avec son arrière-plan orange (**Image 21**).

Les textes des supports pédagogiques contiennent des termes complexes pour des visiteurs non-initiés à l'astronomie. On trouve par exemple les expressions « nucléosynthèse primordiale », « passage par rayons cosmiques » ou encore « rayonnement du fond diffus cosmologique » sur le pupitre de l'atelier « L'évolution de l'Univers ». La mise en place d'un lexique général pour les guides et à destination du grand public est indispensable. Les termes complexes relevés lors de l'analyse ont été repris et définis dans les fiches médiation « Quelle manip pour quelle public ? » à destination des publics empêchés.

⁴⁸ : Bastien, C. & Scapin, L. (1993). The Ergonomic Criteria (French Version), *Critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs* (version 2.1.), rapport technique n°156.

⁴⁹ : Ces critères sont habituellement appliqués aux interfaces homme-machine (IHM) en informatique. Les critères non-applicables aux supports ont été ignorés lors de l'analyse.



Image 21 : Supports présentant de faibles contrastes (table équatoriale)

Les ateliers thématiques de la table équatoriale comportent chacun un média audio ou vidéo dont la lecture est déclenchée à l'aide d'un bouton. Le plus souvent, celui-ci est dépourvu de titre et/ou de légende. Des cartels textes et leur version en Braille ont été réalisés afin de régler ce problème, ils devraient être imprimés par des prestataires prochainement. Un exemple de cartel est présenté en *Annexe 4*.

Les intitulés des fichiers audio ne sont pas restitués en vocal, leur contenu reste difficilement compréhensible hors contexte. Si le titre n'est disponible que par écrit, les personnes qui n'ont pas accès à la lecture seront pénalisées⁵⁰. De plus, le début et la fin des fichiers audio ne sont pas clairement marqués par des indices sonores lors de l'appui sur le bouton « lecture ». Des enrichissements ont été apportés aux médias au cours du stage.

3.2.3.4. Le grand sidérost

Le grand sidérost (*Figure 3*) comporte des équipements similaires à ceux de la Table équatoriale. La salle pédagogique est séparée de celle du spectrohéliographe par une grande baie vitrée fixe qui laisse entrevoir l'instrument.

⁵⁰ : Cela concerne par exemple les visiteurs en situation de handicap, les personnes ne maîtrisant pas la langue française écrite ou encore les enfants en bas âge.

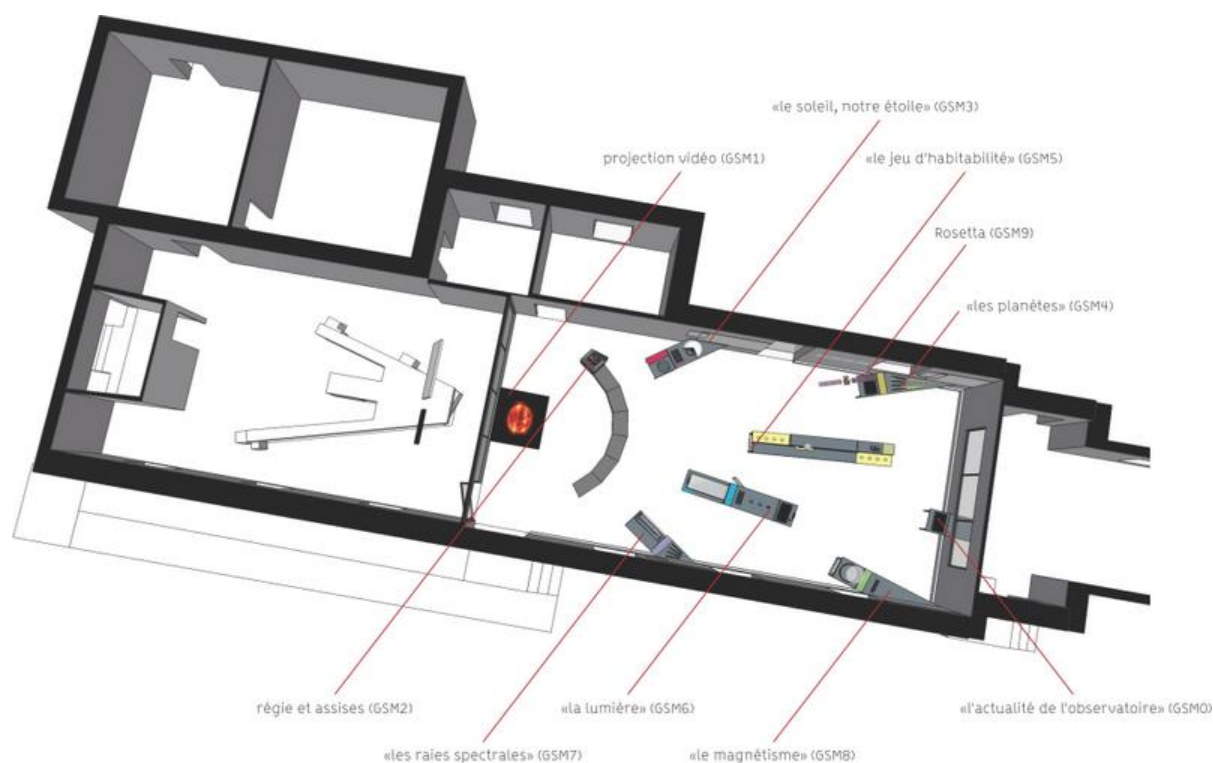


Figure 4 : Plan du grand sidérost (Bâtiment 7)

On y trouve une borne d'accès au site web, un poste informatique dédié à l'observation du Soleil relié à un vidéo projecteur, un support de projection vidéo et 6 ateliers thématiques :

- Le Soleil, notre étoile
- Mondes d'ici et d'ailleurs
- Où se niche le vivant ?
- Le message de la lumière
- Les planètes magnétisées
- Starcode

L'atelier « Le message de la lumière » comporte une vidéo intitulée « Losing the dark⁵¹ » dont le son est retransmis dans un casque. L'écran relié au lecteur multimédia est ici incrusté dans le pupitre : on ne peut donc pas exploiter les hauts parleurs pour rendre la piste audio écoutable par tous. Un sous-titrage de la vidéo a été effectué dans le contexte du stage. La grille d'analyse inspirée des critères de Bastien et Scapin (1993) a également été appliquée aux ateliers du grand sidérost. Comme pour la table équatoriale, les titres des médias présentés dans la salle n'ont pas tous été scénographiés.

⁵¹ : « Perdre l'obscurité » en français. Il s'agit d'un film pédagogique sur la pollution lumineuse.

On rencontre des problèmes de contrastes similaires à ceux relevés dans la sous partie précédente, à la seule différence que l'éclairage améliore la lisibilité du texte sur fond noir ou crée au contraire des reflets indésirables sur les supports déjà faiblement contrastés (*Image 22*). L'orientation des spots lumineux serait à revoir : certains projettent leur lumière sur des éléments peu pertinents (des surfaces ne contenant pas de texte par exemple).

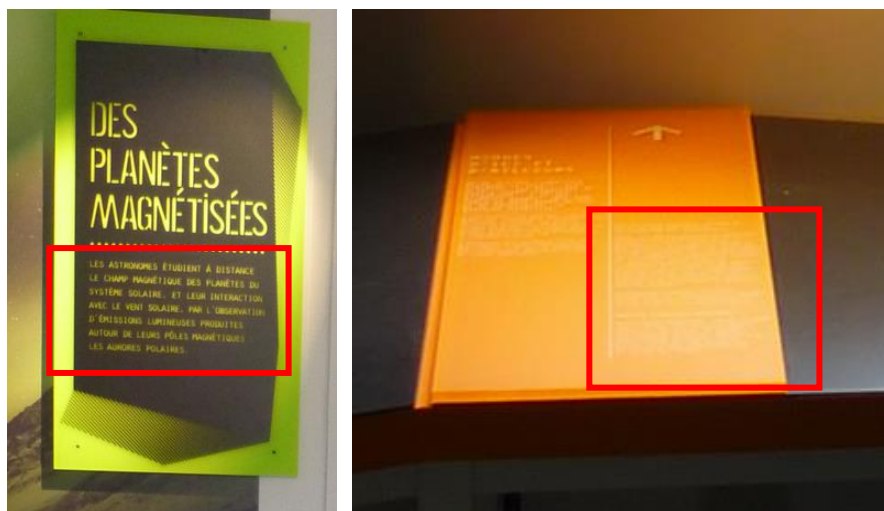


Image 22: Supports présentant de faibles contrastes (grand sidérostat)

3.3. Adaptations des supports au vu de l'amélioration de leur accessibilité

3.3.1. Médiation autour du parcours CPER

3.3.1.1. Former les guides aux nouveaux supports

Si le parcours solaire est bien intégré aux visites du site de Meudon, ce n'est pas encore le cas du parcours CPER. Plus récent, peu de personnes connaissent son contenu aujourd'hui. La suspension des visites grand public, l'absence de documentation relative aux supports pédagogiques et le renouvellement fréquent des équipes travaillant sur le projet expliquent en grande partie la réduction des activités autour du parcours CPER. Les nouveaux espaces pédagogiques sont fréquentés dans le cadre des visites parrainages mais aucune formation des guides vis-à-vis de ces supports récents n'a été mise en place à l'heure actuelle. Une partie du stage a donc été consacrée à la création de fiches médiation à destination des guides⁵². La tâche consistait à :

⁵² : Ces différentes fiches devraient être réutilisées à long terme pour la mise à jour du « Guide des guides » du site de Meudon et la formation des guides. La dernière version du document date d'août 2011, soit avant la création du parcours CPER (2013).

- i) Identifier la thématique principale abordée sur chaque atelier,
- ii) Déterminer les différentes idées clés à faire passer pour introduire cette thématique,
- iii) Inclure les éléments (médias, maquettes, jeux...) dans la présentation de la thématique.

Pour beaucoup d'ateliers thématiques du parcours CPER, les manipulations à effectuer ne sont pas compréhensibles intuitivement sans mode d'emploi. Prenons l'exemple du jeu Starcode (**Image 23**). La règle du jeu renseignée sur le pupitre est la suivante : « En comparant les raies identifiées en laboratoire et les spectres d'étoiles variées, déterminez les principaux éléments présents dans leur atmosphère ». Ces indications supposent que le public connaît la notion de « spectre » et de « raies ». Hors, ces termes ne sont connus que des personnes initiées à la culture scientifique. Il paraissait donc important de les définir dans la fiche médiation de l'atelier. Celle-ci est disponible à titre d'exemple en **Annexe 5**.



Image 23 : Pupitre de l'atelier Starcode
Le rouleau supérieur sert à faire défiler les spectres des étoiles et le rouleau inférieur à faire défiler les spectres des éléments chimiques.

3.3.1.2. Sensibiliser les guides vis-à-vis des publics empêchés

Une des difficultés que peuvent rencontrer les guides est la gestion du temps. En effet, le site de Meudon propose un grand nombre de ressources et il n'est pas possible de tout visiter dans un laps de temps restreint. Par conséquent, les visites sont souvent proposées « à la carte » en fonction du public. Il paraissait intéressant de proposer un indicateur de la pertinence de chaque atelier thématique vis-à-vis des publics empêchés. Cette information apparaît sous la forme un smiley présenté sur les fiches « Quelle manip' pour quel public ? ».

😊 : Indique que l’atelier est adapté au public considéré

😐 : Indique que l’atelier est partiellement adapté au public considéré

😞 : Indique que l’atelier n’est pas adapté au public considéré

L’objectif de ces fiches est de mieux accueillir les visiteurs en situation de handicap sur le site de Meudon. Les informations qu’elles contiennent pourront être réutilisées dans le cadre d’une formation des guides. La fiche de l’atelier Starcode est disponible en **Annexe 6**. Pour chaque public, des remarques diverses sur le contenu des ateliers permettent d’anticiper les difficultés éventuelles à prévoir. Elles incluent les termes non couramment employés par les utilisateurs et des conseils rendre l’atelier plus accessible selon le type de handicap,

3.3.2. Modifications apportées aux fichiers vidéo

Dans le cadre de la télévision, l’appellation « sous-titre » désigne traditionnellement la « traduction condensée des dialogues d’un film ou d’une émission, projetée au bas de l’image, en surimpression, transcrivant leur contenu dans une autre langue ou à l’usage des malentendants ⁵³ ». Après une retranscription de la piste audio par écrit, deux principales méthodes sont utilisées pour l’affichage des sous-titres : le sous-titrage par incrustation directe et le sous-titrage par création d’un fichier externe.

L’incrustation directe des sous-titres dans une vidéo consiste à poser des « calques » contenant du texte sur une vidéo via une interface de type table de montage. Cette méthode a un aspect pratique au sens où aucun paramétrage particulier du sous-titrage n’est nécessaire lors du lancement de la vidéo : les textes sont directement encodés dans le clip. Mais dans le cas où les sous-titres comportent une faute d’orthographe ou une erreur de synchronisation, on doit posséder le fichier d’origine avec les calques pour pouvoir corriger l’erreur.

Aussi, on peut s’attendre à une perte de qualité et de lisibilité du texte plus ou moins importante lors de l’enregistrement du fichier avec cette méthode. Si on souhaite faire plusieurs versions des sous-titres, chaque nouvelle version va nécessiter un ré-encodage de la vidéo. La méthode d’incrustation directe des sous-titres dans la vidéo manque donc de souplesse. En somme, avoir recourt à un fichier externe pour le sous-titrage offre de meilleurs résultats en termes d’adaptabilité.

⁵³ : D’après « SOUS-TITRES », *Trésor de la Langue Française Informatisé* [en ligne], consulté le 31 août 2015.
URL : <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm>

Un sous-titrage externe permet en effet d'ajouter du texte sur une vidéo quelle que soit sa qualité. Les paramètres d'affichage du texte utilisés pour le sous-titrage peuvent être modifiés à l'aide d'un lecteur multimédia (**Image 24**). Aussi, un fichier externe est plus facilement éditable qu'un projet réalisé avec une table de montage : les erreurs de synchronisation ou relatives à l'orthographe d'un mot peuvent être modifiées très aisément avec un éditeur de texte sans avoir à toucher à la vidéo.



Image 24 : Un exemple d'affichage des sous-titres avec VLC (conférence « Des planètes partout »).
Le paramétrage a été modifié pour afficher une ombre noire sous les sous-titres.

La création de diverses versions de sous-titres pour un même média est facilitée lors de l'utilisation d'un fichier externe. On peut par exemple produire un sous-titrage dans une langue différente. Cette option s'avère intéressante pour l'Observatoire : l'établissement accueille régulièrement du public non francophone, possède des traducteurs en interne et propose déjà une version bilingue français-anglais sur le parcours solaire.

C'est pourquoi l'utilisation d'un fichier externe a été privilégiée pour la conférence « Des planètes partout ». Présentée en salle d'accueil, il paraissait pertinent de pouvoir adapter cette vidéo à un maximum de visiteurs. Un aperçu du contenu du fichier de sous-titres est disponible en **Annexe 7**. Le logiciel « Subtitle Workshop » (**Image 25**) a été utilisé pour procéder au sous-titrage des vidéos « Des planètes partout » et « Losing the dark ».

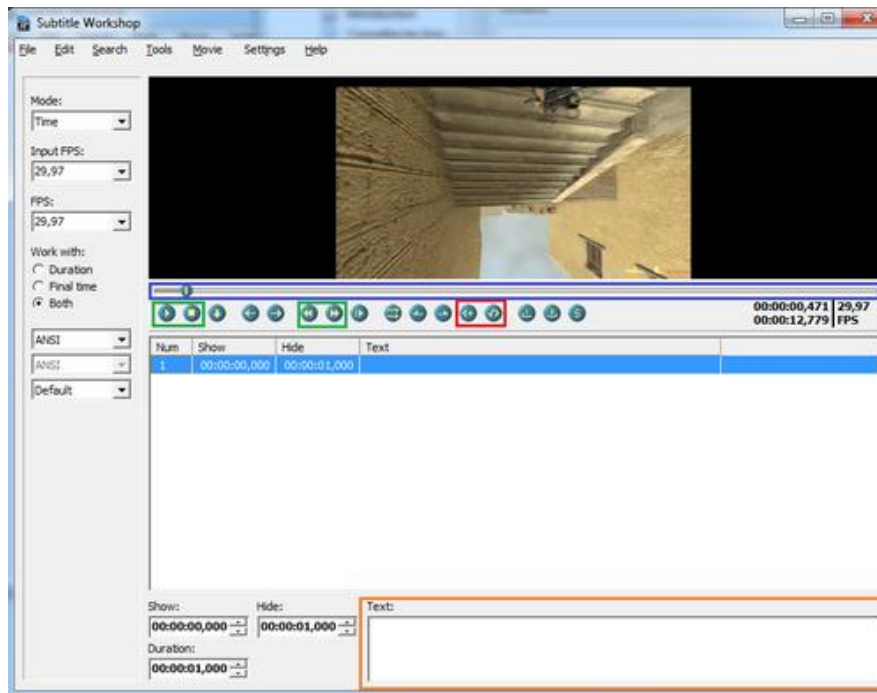


Image 25: Interface du logiciel SubTitle Workshop.

Source : <https://openclassrooms.com/courses/l-art-du-movie-making-avec-vegas/les-sous-titres>

- La vidéo à sous-titrer est chargée à l'aide du menu « Movie ».
- La fonction « New subtitle » du menu « File » permet de créer un nouveau fichier de sous-titres.
- Le premier groupe de boutons permet de lire ou stopper la vidéo, le deuxième groupe d'avancer ou reculer dans le média et le troisième groupe de marquer le début et la fin du sous-titre⁵⁴.
- Le contenu de chaque sous-titre est inséré via la zone de texte en bas à droite. Le fichier peut ensuite être enregistré dans différents formats.

Sur le pupitre « Le message de la lumière », la lecture de la vidéo « Losing the dark » est lancée à l'aide d'un bouton déclencheur. Contrairement au poste informatique de la salle l'accueil, l'écran incrusté dans le pupitre de l'atelier n'est pas contrôlable à l'aide d'une souris : il s'agit uniquement d'un périphérique d'affichage relié à un lecteur multimédia. L'utilisation de VLC et d'un sous-titrage externe s'avérerait donc problématique ici.

Les sous-titres ont été incrustés dans la vidéo afin d'obtenir un seul fichier jouable suite à un simple appui sur le bouton. Une méthode un peu plus flexible que l'incrustation simple a été utilisée pour procéder au sous-titrage. Un fichier de sous-titres – plus facilement éditable que des calques réalisés via une table de montage – a d'abord été créé avec Subtitle Workshop.

⁵⁴ : Les options relatives aux sous-titres sont également paramétrables à l'aide des options « Show », « Hide » et « Duration » en bas à gauche.

Les sous-titres contenus dans ce fichier ont ensuite été incrustés automatiquement dans la vidéo lors de son encodage à l'aide du logiciel « MediaCoder » (*Image 26*).

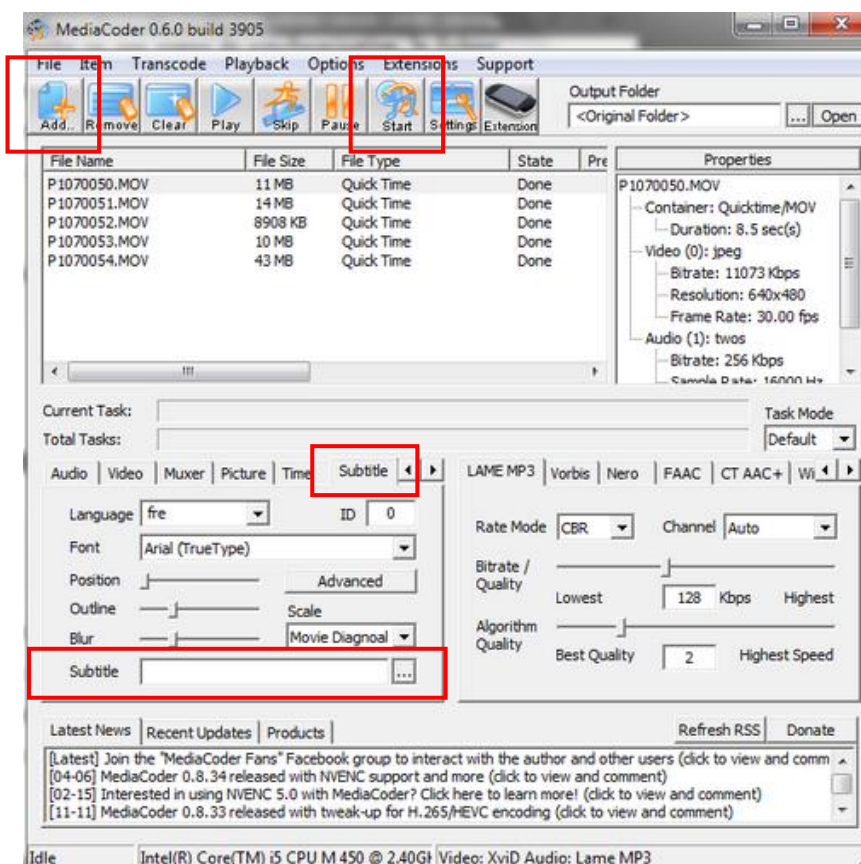


Image 26 : Interface du logiciel MediaCoder

- L'onglet « Subtitle » permet de sélectionner un fichier de sous-titres existant et de paramétrer son affichage dans la vidéo en sortie.
- L'importation de la vidéo à modifier s'effectue à l'aide du bouton « Add ».
- Le fichier est ensuite traité après un appui sur « Start ».

3.3.3. Modifications apportées aux fichiers audio

3.3.3.1. Des titres pour les fichiers audio

La table équatoriale comporte au total 3 pistes audio dépourvues de titre vocalisé. Deux problèmes ont été identifiés :

- i) L'absence de titre : l'entretien « Créer un outil pour l'espace » par Jean-Tristan Buey démarre sans que des indices sur la thématique abordée soient donnés au visiteur. Les deux autres fichiers concernés par l'absence de titre sont des anecdotes

proposées par Dominique Proust intitulées « La découverte des galaxies » et « Le calendrier de l'Univers ».

- i) L'absence de marqueurs sonores : sur les pupitres des différents ateliers, le bouton déclencheur permet de remettre la lecture des fichiers au début. Seulement, le commencement et la fin d'une piste audio ne sont pas clairement identifiables à l'aide d'indices sonores de type « jingle ». Comme la direction de la communication ne possédait pas de jingle, deux courtes mélodies ont été produites à partir de la piste sonore de la conférence « Des planètes partout »⁵⁵. Le son a été extrait au format MP3 grâce au lecteur multimédia VLC⁵⁶. Le fichier a ensuite été découpé à l'aide du logiciel « Audacity » (*Image 27*).

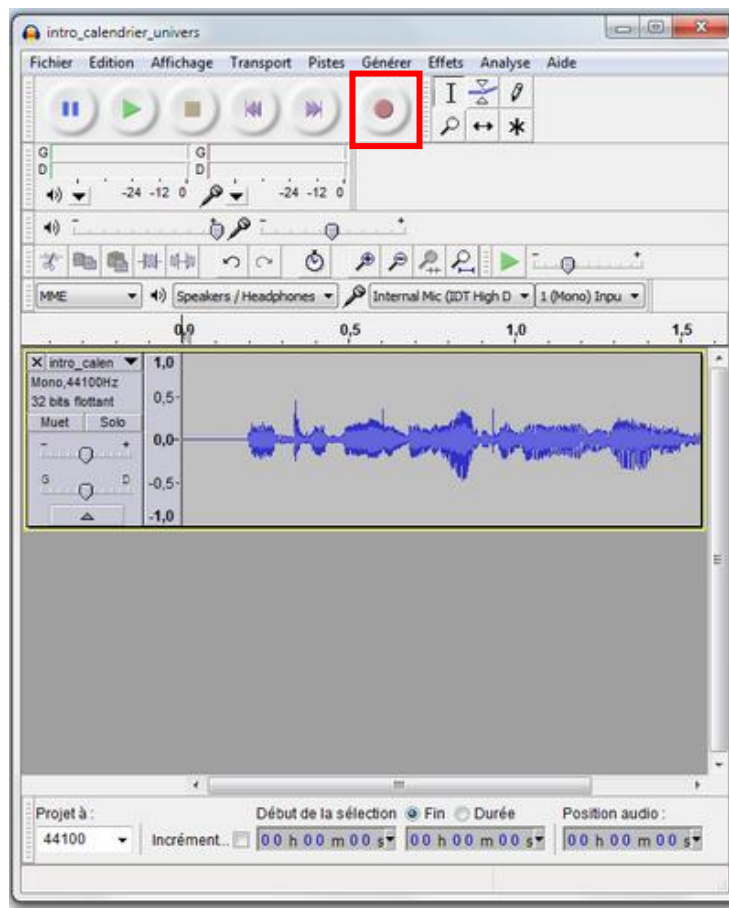


Image 27: Interface du logiciel Audacity

⁵⁵ : Cette vidéo appartenant à l'Observatoire, elle a été choisie afin d'éviter les problèmes relatifs aux droits d'auteur.

⁵⁶ : Il est possible d'effectuer cette opération à l'aide de la fonction « Convertir/Enregistrer » du menu « Média ».

Les titres des fichiers ont été énoncés à voix haute et enregistrés avec Audacity à l'aide du microphone d'une Webcam HD C525 (Logitech). Le logiciel a également été utilisé pour la concaténation des différentes pistes sonores :

- Dans un premier temps, les fichiers sources ne comportant pas de titres ont été ouverts dans Audacity.
- Les jingles de début et de fin ont ensuite été insérés par copier/coller⁵⁷ puis chaque le titre enregistré a été attribué à son média via la même méthode.
- Les pistes sonores ainsi obtenues ont été enregistrées au format MP3 à l'aide de la fonction « Exporter » du menu « Fichier ».

3.3.3.2. QR codes et vocalisation des textes : un projet ambitieux

Les panneaux du parcours CPER sont équipés d'un Quick Response code (QR code). Il s'agit d'un type particulier de code barre constitué de pixels noirs disposés dans un carré blanc (*Image 27*). Les QR codes sont placés sous la responsabilité de la Bibliothèque de l'Observatoire de Paris. Les avis quant à leur exploitation sont assez partagés. En effet, leur utilisation paraît difficile : elle nécessite entre autre la mise en place d'un réseau Wifi sur l'ensemble du parcours CPER, ce qui n'est pas réalisable à l'heure actuelle.



Image 28 : Un exemple de QR code (salle pédagogique du grand sidérostat)

⁵⁷ : En plus des fonctions d'enregistrement, ce logiciel offre des fonctionnalités similaires à celles d'un traitement de texte : il est possible de sélectionner une partie d'une bande sonore et d'effectuer des actions de type « couper », « copier » ou « coller ».

L'idée initiale du projet était de proposer du contenu supplémentaire sur le parcours en flashant les QR codes avec un lecteur installé sur Smartphone. Une version vocalisée des textes des supports pédagogiques à destination des personnes déficientes visuelles était notamment prévue.

Des fichiers destinés à produire des audio guides ont même été réalisés à l'aide du logiciel Balabolka⁵⁸ mais ils comprenaient de nombreuses erreurs de prononciation. Par exemple, l'expression « Voie lactée » était systématiquement prononcée « Voie latée » par la synthèse vocale. Les abréviations anglophones « VLT », « E-ELT », « SKA », « CTA », etc. – incompréhensibles hors contexte – n'étaient pas non plus rendues explicites. Les corrections apportées pour améliorer la prononciation de ces expressions par la synthèse vocale sont présentées en *Annexe 8*.

3.3.3.3. Alternatives proposées pour la vocalisation des textes

Malgré un travail de remodelage des textes réalisé au cours du stage pour optimiser leur vocalisation, les résultats obtenus avec la synthèse vocale de Balabolka s'avèrent décevants. La seule voix française disponible pour ce logiciel reste de mauvaise qualité (grésillements, intonation monotone, impossibilité de changer ponctuellement la langue de la synthèse pour les termes anglophones, etc.). La direction de la communication souhaite toutefois pouvoir proposer une version vocalisée de meilleure qualité pour les textes du parcours. Elle a proposé de faire appel à l'UFE pour des enregistrements en voix naturelle.

Une solution alternative aux QR code a aussi été proposée. Elle consiste à mettre un MP3 contenant les textes vocalisés à disposition des personnes déficientes visuelles lors des visites. Des recommandations quant au choix du lecteur ont été transmises à la direction de la communication. Beaucoup de lecteurs MP3 possèdent aujourd'hui une interface composée d'un écran et d'un pavé de touches avec un bouton « volume » en bas » et « menu » en haut. Ce type d'appareil serait inutilisable par une personne aveugle. Il faudrait en effet choisir un lecteur avec une interface sans écran qui respecte la compatibilité humaine⁵⁹.

⁵⁸ : Synthèse vocale gratuite. URL : <http://www.cross-plus-a.com/fr/balabolka.htm>

⁵⁹ : Par exemple, un modèle avec une gestion du volume de type bouton « + » en haut et un bouton « – » en bas serait idéal.

4. Conclusion

4.1. Bilan du stage

La direction de la communication semble satisfaite des résultats obtenus à l'issu du stage. Celui-ci a permis de faire un inventaire des problématiques non résolues à ce jour et de réfléchir aux solutions envisageables. Les derniers jours du stage ont d'ailleurs été consacrés à la production d'un compte-rendu détaillant ce qui a été fait et reste à faire sur le parcours CPER, un document qualifié de « vital » pour l'avenir du projet.

Travailler sur le site de Meudon nécessite également une grande part d'autonomie : l'équipe de la direction de la communication – à l'exception de Michel Magnan⁶⁰ et Sabine Lemaitre⁶¹ – et la plupart des services communs de l'Observatoire se situent sur le site de Paris. La communication entre les équipes Dircom de Meudon et de Paris passe principalement par échanges de mails et des appels téléphoniques. Cela n'a pas posé de difficultés particulières pour le suivi du stage.

Comme l'a relevé Nicolas Lesté-Lasserre⁶², la question de l'accessibilité des supports pédagogiques arrive « à la fois trop tôt et trop tard ». En effet, la réouverture au public est prévue (au mieux) pour 2016. Il m'était impossible à l'heure actuelle d'analyser les besoins relatifs aux visites grand public en utilisant des questionnaires de satisfaction par exemple. Il n'existait pas non plus de statistiques sur le pourcentage de visiteurs en situation de handicap déjà venus le site. De plus, l'accessibilité du parcours CPER aurait dû être prise en compte dès la conception : les supports déjà scénographiés et imprimés ne peuvent plus faire l'objet de grandes modifications.

Ce stage constitue pour moi une première expérience professionnelle dans un établissement public à caractère scientifique. Il m'a fait réfléchir à une problématique complexe de l'adaptions des documents aux personnes déficientes visuelles : faut-il TOUT adapter ? Je souhaiterais évoquer ici une petite anecdote relevée par Derren Brown dans « *Tricks of the Mind* »⁶³. Imaginons qu'une personne aveugle se trouve devant un aquarium où le nom d'un poisson figure sur une petite plaque. Doit-on traduire les informations de la plaque en Braille, sachant que la personne aveugle ne pourra jamais voir le poisson ? Doit-on au contraire faire abstraction du Braille ?

⁶⁰ : Webmestre du site <http://www.obspm.fr/> et membre de direction de la communication.

⁶¹ : Anciennement chargée des réservations pour les visites et membre de la direction de la communication.

⁶² : Guide sur les sites de Paris et Meudon et membre direction de la communication.

⁶³ : Brown, D. (2007). *Tricks of the Mind*. Channel 4.

En choisissant la première option, la personne aveugle ne repartirait qu'avec le nom du poisson... J'ai rencontré un problème similaire vis-à-vis des vidéos muettes présentées sur le parcours CPER. L'astronomie est une science basée sur l'observation : elle paraît difficilement compréhensible sans l'image. Cependant, en partant du principe que les supports pédagogiques physiques sont aussi des supports à la communication, il me paraissant intéressant de mentionner l'existence de chaque média – même les vidéos muettes – pour que la personne aveugle puisse solliciter son entourage et demander une audio description du contenu.

4.2. Conclusions et perspectives

Pour la direction de la communication de l'Observatoire de Paris, la prise en compte du handicap reste une démarche nouvelle et il n'existe pas de réel référent dans ce domaine sur le site de Meudon en dehors du responsable hygiène et sécurité. Toutefois, des efforts sont fournis par la direction de la communication pour améliorer continuellement la diffusion et la vulgarisation des connaissances. Elle veille au respect de la charte éditoriale pour les articles Web et cherche régulièrement des pistes pour augmenter le référencement naturel et l'accessibilité du site Web. Il faudrait désormais appliquer ces démarches aux supports pédagogiques.

Si le collectif « Astronomie Vers Tous » (AVT) propose des interventions ponctuelles à destination des publics empêchés, aucun support permanent n'est proposé à l'Observatoire de Paris pour les personnes en situation de handicap. Certaines ressources peuvent actuellement être exploitées sans adaptations matérielles mais les guides joueront assurément un grand rôle dans l'ouverture au public : il ne faut pas négliger leur formation. La création d'un poste dédié aux visites pourrait d'ailleurs devenir indispensable et recruter du personnel qualifié pour l'accueil des différents publics serait un atout.

Dans le cadre du projet CPER, la confiance a été donnée au scénographe sans que l'équipe d'AVT n'ait été consultée. C'est dommage quand on sait que l'association est riche d'une expertise vis-à-vis des publics empêchés. La réflexion autour de l'accessibilité du parcours grand public s'ancre totalement dans la problématique plus générale du classement ERP du site de Meudon. Les priorités de l'établissement semblent s'orienter davantage vers l'accueil du public et annoncent une possible ouverture de l'établissement à l'événementiel.

REFERENCES

Ressources bibliographiques

- Bastien, C. & Scapin, L. (1993). The Ergonomic Criteria (French Version), *Critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs (version 2.1.)*, rapport technique n°156.
- Boucher, A. (2011). *Ergonomie web : pour des sites web efficaces*. Éditions Eyrolles, Paris.
- Bris, M. (2000). Catégories de maquettes, *Les maquettes, outils de connaissance pour les handicapés visuels*. Service Graphique Spécifique CNEFEI, Suresnes.
- Brown, D. (2007). *Tricks of the Mind*. Channel 4.
- Proust, D., Courtin, R. (2011). Astro vers tous, *Planétariums* [article accessible en ligne]. URL : http://desetoilespourtous.fr/presse/Revue_de_presse/article_de_presse_2.pdf
- Rapport de l'AERES (Agence d'Évaluation de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur), L'Observatoire de Paris, juin 2013.
- Sacks, O. (2003) Voir et ne pas voir, *Un anthropologue sur Mars*. Éditions du Seuil.
- St Exupéry, A. (1946). *Le petit prince*. Éditions Gallimard.

Ressources internes

- Guide des guides de l'Observatoire de Meudon, dernière version : août 2011 [document interne].
- Lesté-Lasserre, N. Le château de Meudon, *Histoire du site de Meudon* [en ligne], consulté le 31 juillet 2015. URL : <http://www.obspm.fr/-histoire-du-site-de-meudon-.html>
- Ramarao, M. Le parc de l'Observatoire de Meudon, *Histoire du site de Meudon* [en ligne], consulté le 3 août 2015. URL : <http://www.obspm.fr/-histoire-du-site-de-meudon-.html>
- Exposition itinérante : le système solaire (version bilingue), dernière version : février 2009 [document interne].
- Synopsis de l'exposition CPER Observatoire de Meudon, dernière version : 10 mars 2014 [document interne].

Ressources en ligne

- *Encyclopædia Universalis* [en ligne]. URL : <http://www.universalis.fr/>
- Loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour « l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées », consulté le 10 août 2015. URL : <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000809647>
- National Institute for Astrophysics (2001). The Sky at our Fingertips [en ligne], consulté le 27 avril 2015. URL : <http://archive.oapd.inaf.it/ariveder/en/index.html>
- People with Disabilities Astronomy Ressources. *Astronomers without borders* [en ligne], consulté le 5 mars 2015. URL : <http://astronomerswithoutborders.org/gam2013/programs/1319-people-with-disabilities-astronomy-resources.html>
- « Qu'est-ce qu'un agenda d'accessibilité programmée ? ». *Ministère du développement durable* [en ligne], consulté le 21 août 2015. URL : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Qu-est-ce-qu-un-agenda-d.html>
- *Trésor de la Langue Française Informatisé* [en ligne]. URL : <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm>

REMERCIEMENTS

J'aimerais remercier :

- La direction de la communication de l'Observatoire de Paris au grand complet, en particulier Sabrina Thiery pour avoir accepté de me prendre en tant que stagiaire, Nicolas Lesté-Lasserre pour ses précieux retours vis-à-vis de mon travail, Michel Magnan pour son soutien tout le long du stage, Frédérique Auffrey avec qui j'ai pu assister au tournage de France Télévisions sur le site de Meudon, Sabine Lemaitre pour les informations relatives aux visites du site de Meudon.
- L'équipe qui m'a accueillie sur le site de Meudon, Marie Planchot pour sa collaboration sur les problématiques liées à l'accessibilité du site de Meudon, Yves-André Bernabeu pour le suivi du projet CPER, Philippe Rousseau pour l'impression de ce document et les amis de Michel pour leur sympathie : Annick Guidal, Félix Maouly et Frédéric Travers.
- Dominique Proust, Régis Courtin et Danielle Briot du collectif « Astronomie Vers Tous », pour leur participation à la réunion autour de l'accueil des publics empêchés à l'Observatoire de Paris et Alain Doressoundiram pour avoir répondu à mes questions concernant les parrainages.
- Mon ami Olivier de l'INSEE, qui accepté de relire et commenter ce document jusqu'au bout.

ANNEXES

Annexe 1 : Principaux problèmes de lisibilité identifiés sur les panneaux du parcours solaire

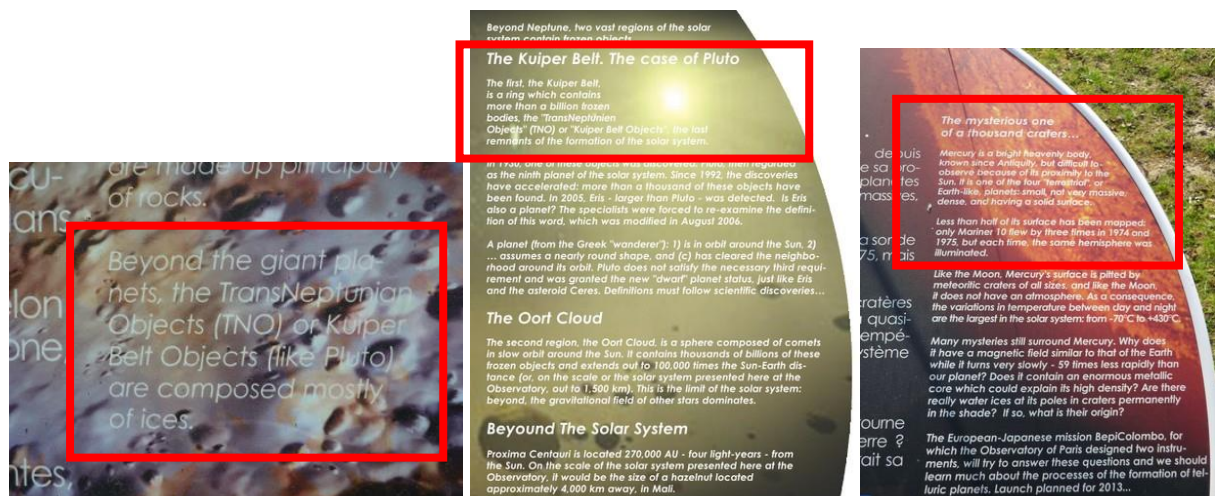
Problèmes liés à la forte exposition au Soleil

Les panneaux pédagogiques ne sont pas tous à l'ombre. Le reflet du Soleil est source d'éblouissements qui empêchent la lecture, comme nous le montre l'image ci-dessous. Des changements de couleurs sur les panneaux les plus exposés à la lumière sont également observables.



Problèmes liés aux faibles contrastes

La lecture de contenus peu contrastés pose problème aux personnes déficientes visuelles. Hors, de faibles contrastes entre les textes et leur arrière-plan sont notables sur les panneaux. Ils concernent principalement des portions de textes en anglais positionnées sur des fonds clairs et non-unis. Trois exemples sont visibles sur les images suivantes :



Plusieurs solutions sont envisageables pour améliorer les contrastes :

- Déplacer les textes et les ramener dans les parties les plus uniformes et sombres de l'arrière-plan, cela suppose de modifier la taille et l'agencement des éléments graphiques ;
- Conserver l'arrière plan actuel et réduire la taille des éléments décoratifs⁶⁴ pour obtenir un grand espace avec un fond uni et foncé ;
- Conserver l'arrière-plan actuel mais dans ce cas placer les textes dans un encadré avec un fond uni et foncé ;
- Changer l'arrière plan actuel pour le remplacer par un fond uni et foncé.

Problèmes liés à la mise en page

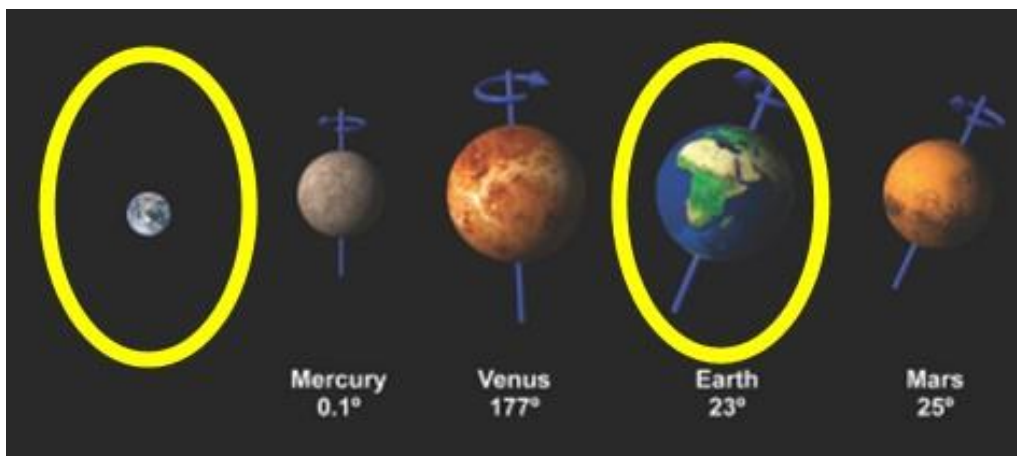
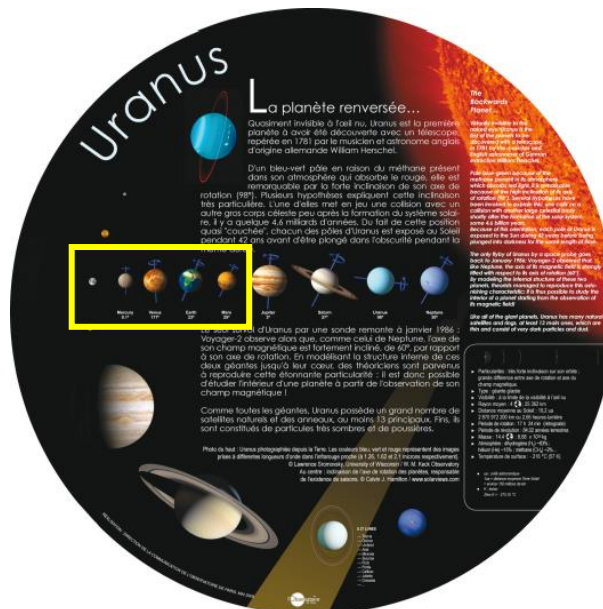
Lorsqu'on s'intéresse à la mise en page, la taille d'une police doit servir à mettre en évidence la structure logique d'un texte. Il est donc préférable de se limiter à une taille pour le titre, une taille pour le texte principal et une taille pour les légendes des figures. En effet, chaque changement de dimension du texte va nécessiter un effort d'accommodation pour le lecteur. Hors, plus de trois tailles différentes sont utilisées sur les panneaux pédagogiques du parcours solaire comme l'illustre par exemple le panneau « La Terre ».



⁶⁴ : C'est à dire ceux qui n'apportent rien de plus en termes de contenu par rapport au texte.

Aussi, la justification du texte mériterait d'être uniformisée sur l'ensemble des panneaux en alignant les textes à gauche. Une justification de type « texte réparti » crée des espaces vides entre les mots qui perturbent la lecture. C'est le cas sur le 4^{ème} paragraphe de l'image ci-dessus. On remarque également que les textes en anglais ont souvent des lignes plus courtes (moins de 50 caractères) : le nombre de césures⁶⁵ dans ces textes est plus important. Cela crée des interruptions dans la lecture. Augmenter le nombre de signes autorisés par ligne réglerait le problème. Si ces recommandations sont respectées, le lecteur sera aidé dans son balayage visuel et son repérage dans le texte.

Il est également important de bien séparer le fond de la forme pour aider à mieux identifier les différents éléments entre eux. On peut se rendre compte de l'importance de cette recommandation en visualisant le panneau pédagogique d'Uranus : la Terre y apparaît deux fois ! En effet, l'image n'est pas entourée d'un cadre, si bien que la figure et son arrière-plan sont confondus.



⁶⁵ : Coupure d'un mot en fin de ligne par un trait d'union lorsqu'un mot rentre pas dans la longueur d'une ligne.

Annexe 2 : Exemple de fiche tactile proposée en alternative aux maquettes du parcours solaire

Étant donné la place occupée par le Braille par rapport au texte en noir, les fiches tactiles ne reprennent qu'un petit nombre de données clés de chaque panneau. Les informations choisies correspondent à celles des encadrés (*Image 18*). Les illustrations présentes sur les différentes fiches ont été adaptées à partir du livre « The Sky at our Fingertips ⁶⁶ ».

Les contours des planètes sont souvent discontinus sur les dessins d'origine : ils ont été lissés pour améliorer la lisibilité tactile. La police « Braille DER 2006 INS HEA » a été utilisée pour la transcription des textes. Des symboles ont été ajoutés au texte afin de respecter le code Braille français ⁶⁷ :

Symbole en Braille	Signification	Codage en noir
⠠	Le caractère qui suit ce symbole est en majuscules	..
⠠⠠	Idem ci-dessus mais pour des majuscules multiples	
⠼	Le caractère qui suit ce symbole est un chiffre	`
⠤	Symbole « - »	`-
⠨	Symbole « ° »	´r

⁶⁶ : National Institute for Astrophysics (2001). *The Sky at our Fingertips* [en ligne], consulté le 27 avril 2015.
URL : <http://archive.oapd.inaf.it/ariveder/en/index.html>

⁶⁷ : Code Braille français uniformisé pour la transcription des textes imprimés (2008). *Le petit musée du braille* [en ligne], consulté le 18 août 2015. URL : <http://petitmuseedubaille.free.fr/ecriture-tactile/e05.php>

Mars

Type : tellurique

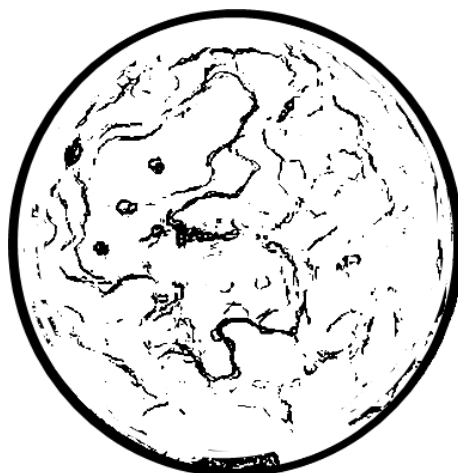
Distance moyenne au Soleil : 1,52 UA

Rayon moyen : 0,53 fois la Terre

Masse : 0,1 fois la Terre

Température de surface : - 87°C à 17°C

Particularités : atmosphère ténue ; existence passée d'eau liquide en surface ; présence actuelle d'eau liquide en sous-sol ?



Annexe 3 : Grille d'analyse utilisée pour évaluer l'ergonomie des supports pédagogiques

Nom de l'atelier :

Localisation : ☐ Parcours solaire ☐ Table équatoriale ☐ Sidéostat

Objectif de l'atelier :

Photos de l'atelier :

N.B. : Dans les tableaux suivants, la mention « NA » indique que le critère est «Non applicable ».

1. Guidage	1.1. Incitation Existe-t-il sur le dispositif des éléments/indices incitant l'utilisateur à faire des actions spécifiques ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez ces éléments et actions spécifiques :
	1.2. Groupement/distinction En accord avec l'organisation visuelle de l'information, peut-on distinguer facilement des catégories d'objets grâce à... • Leur localisation (position des items les uns par rapport aux autres) : ☐ Oui ☐ Non • Leur format (caractéristiques graphiques particulières) : ☐ Oui ☐ Non
	1.3. Feedback L'utilisateur reçoit-il une réponse du dispositif en fonction de ses actions/requêtes ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez laquelle : Si ce délai de réponse est important, une information indiquant qu'un traitement est en cours est-elle affichée ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez laquelle.....
	1.4. Lisibilité • Luminance des caractères : • Contrastes caractères/fond : • Dimensions des lettres : • Espacements entre lignes : mots : paragraphes : • Longueur des lignes ($\geq$ à 50 caractères) ? • Justification du texte : • Mots en césure :

2. Charge de travail	2.1. Brièveté Le travail de lecture est-il important ? ☐ Oui ☐ Non 2.1.1. Concision 2.1.1.1. Eléments individuels d'entrée L'utilisateur doit-il saisir des données ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez la nature des éléments d'entrée : La quantité d'information à saisir est-elle importante ? ☐ Oui ☐ Non 2.1.1.2. Eléments individuels de sortie L'utilisateur doit-il recevoir des données ? ☐ Oui ☐ Non Précisez la nature des éléments de sortie : La quantité d'information à recevoir est-elle importante ? ☐ Oui ☐ Non 2.1.2. Actions minimales Les actions minimales se définissent comme une suite d'actions nécessaires (séquences d'entrées) pour atteindre un but. But à atteindre : Les étapes pas lesquelles doivent passer les utilisateurs pour atteindre ce but sont-elles : • Nombreuses ? ☐ Oui ☐ Non • Complexes ? ☐ Oui ☐ Non Précisez ces étapes : 2.2. Densité informationnelle La densité informationnelle (éléments nombreux et serrés) est-elle importante ? ☐ Oui ☐ Non
3. Contrôle explicite	3.1. Actions explicites La relation entre le fonctionnement de l'application et les actions des utilisateurs est-elle explicite ? ☐ Oui ☐ Non Si non, précisez pourquoi : 3.2. Contrôle utilisateur Des activités à déroulement temporel (piste audio, vidéo...) sont-elles proposées sur le dispositif ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, l'utilisateur peut-il contrôler le déroulement d'une activité en cours (bouton play, pause, stop, etc.) ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez de quelle manière : L'utilisateur peut-il mettre fin à l'activité en cours ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez de quelle manière : L'utilisateur a-t-il la possibilité d'effectuer un retour arrière conduisant : • à l'annulation des modifications en cours ? ☐ Oui ☐ Non • au retour à une version précédente ? ☐ Oui ☐ Non

4. Adaptabilité	4.1. Flexibilité L'interface du dispositif est-elle personnalisable ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez quels éléments peuvent être modifiés et par quels moyens : Existe-t-il des alternatives dans les procédures, les commandes et les options pour atteindre un même objectif ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez l'objectif et les procédures alternatives existantes :
	4.2. Prise en compte de l'expérience utilisateur Le dispositif propose-t-il des contenus différents selon le niveau d'expérience de l'utilisateur (débutant, intermédiaire, avancé) ? ☐ Oui ☐ Non Si l'interface comporte une technique de guidage, les utilisateurs « expérimentés » peuvent-ils contourner ce guidage ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, comment ?
5. Gestion des erreurs	5.1. Protection contre les erreurs Dans le cas où le dispositif possède un élément individuel d'entrée, des moyens sont-ils mis en place pour : - Détecter les erreurs ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez ces moyens : - Prévenir les erreurs ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez ces moyens : Existe-t-il des entrées « non-attendues » (c'est-à-dire des actions de l'utilisateur non prévues lors de la création de l'interface) pouvant générer systématiquement un dysfonctionnement ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, les listez en indiquant la procédure à suivre pour reproduire ce dysfonctionnement :
	5.2. Qualité des messages d'erreur En cas d'erreur, un message indiquant la nature/la source du dysfonctionnement est-il transmis à l'utilisateur ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, le message est-il pertinent ? ☐ Oui ☐ Non Pourquoi ? Si oui, ce message indique-t-il les actions à entreprendre pour corriger l'erreur ? ☐ Oui ☐ Non ➤ Si oui, l'aide est-elle pertinente ? ☐ Oui ☐ Non Pourquoi ?
	5.3. Correction des erreurs Un moyen est-il mis à disposition des utilisateurs pour corriger leurs erreurs ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez lequel :

6. Homogénéité/Cohérence	Cohérence interne Les choix de conception ci-dessous sont-ils similaires pour des contextes identiques ? • Localisation des titres et fenêtres : ☐ Oui ☐ Non Sinon, quelles différences ont été observées ?..... • Formats d'écrans : ☐ Oui ☐ Non Sinon, quelles différences ont été observées ?..... • Procédures d'accès aux options du menu : ☐ Oui ☐ Non Sinon, quelles différences ont été observées ?..... • Ponctuations et construction des phrases : ☐ Oui ☐ Non Sinon, quelles différences ont été observées ?..... • Position du « prompt » (invitation à la saisie des données ou des commandes) : ☐ Oui ☐ Non Sinon, quelles différences ont été observées ?..... • Format des champs d'entrée de données : ☐ Oui ☐ Non Sinon, quelles différences ont été observées ?.....
---------------------------------	---

7. Signifiante des codes et dénominations	Relation sémantique forte Si une maquette est présente, précisez sa nature : ☐ Maquette de principe (relations dans un système) ☐ Maquette schématique (éléments symboliques) ☐ Maquette fonctionnelle (substitut d'un objet de référence) ☐ Maquette de définition (modèle réduit) ☐ Maquette d'aspect (« qui donne à voir ») Quelles propriétés de l'objet de référence ont été conservées ? Quelles propriétés de l'objet de référence ont fait l'objet d'abstraction ? Les titres sont-ils pertinents vis-à-vis du contenu auquel ils font référence ? ☐ Oui ☐ Non Sinon, précisez pourquoi : Les abréviations utilisées sont-elles explicites ? ☐ Oui ☐ Non Si non, précisez les abréviations à expliciter :
--	---

8. Compatibilité	Cohérence externe Si le dispositif est proposé en plusieurs langues, les éventuels changements de format de présentation des données sont-ils tous pris en compte (ex : format de date) ? ☐ Oui ☐ Non Si non, précisez les problèmes rencontrés : Le dispositif utilise-t-il un ou plusieurs termes qui ne sont pas couramment employés par les utilisateurs ? ☐ Oui ☐ Non Si oui, précisez les termes à expliciter :
-------------------------	--

Annexe 4 : Exemple de cartel

La police utilisée par le scénographe pour les textes des ateliers thématiques a été identifiée comme étant « Orator std ». Afin de conserver une harmonie globale sur le parcours, elle a été réutilisée pour la création des cartels. La distance maximum entre le bouton et le bord du pupitre a été mesurée afin de faire tenir le cartel dans cet espace.

TEXTE « EN NOIR » (16 CM X 5 CM)

<u>LA DÉCOUVERTE DES GALAXIES</u> <u>PAR DOMINIQUE PROUST</u> COSMOLOGISTE (OBSERVATOIRE DE PARIS)

BRAILLE SEUL (16 CM X 5 CM)

--

Annexe 5 : Fiche médiation de l'atelier « Starcode »

STARCODE

– SPECTROSCOPIE DES ÉTOILES –

1/ Commencer par poser les questions suivantes au public pour introduire la notion de « spectre » :

- **Question 1)** Que se passe-t-il quand la lumière passe à travers un prisme ?
Réponse : On observe un éventail de couleurs qu'on appelle un « spectre ».

Les idées clés à faire passer

- Lumière blanche : « spectre continu » car on passe d'une couleur à l'autre sans interruption dans la succession des couleurs
- On appelle « spectroscopie » la science qui étudie la structure de la lumière
- Le Soleil et les étoiles émettent un spectre continu : les étoiles sont formées d'un gaz sous pression, à température élevée

- **Question 2)** L'arc-en-ciel est un exemple de spectre. Quelles sont les 7 couleurs de l'arc en ciel ?
Réponse : violet, indigo, bleu, vert, jaune, orange, rouge.

N.B. : en réalité, l'arc-en-ciel représente une infinité de couleurs ! Il n'y en a pas seulement 7 et on ne trouve pas de « rose ». Ces 7 couleurs ne sont qu'une toute petite partie des « couleurs » émises par le Soleil et les autres astres.

2/ Montrer le spectre du Soleil au public puis poser la question suivante :

- **Question 3)** D'où viennent les lignes noires sur ce spectre ?
Réponse : Le spectre du Soleil présente des « raies d'absorption ».

Les idées clés à faire passer

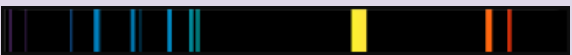
- Soleil : température qui varie de plusieurs millions de degrés, au centre, à quelques 5800 K en surface
- Le rayonnement continu émis par le gaz chaud subit une absorption par le gaz qui constitue son atmosphère, qui est plus froid
- L'absorption est sélective : elle est caractéristique des éléments chimiques contenus dans une atmosphère

3/ Sélectionner un spectre d'étoile à l'aide du rouleau supérieur (étoile de classe A, étoile de classe B, étoile de classe K, étoile de classe O, nébuleuse).

4/ Placer le spectre d'un élément chimique (hydrogène, hélium, sodium, magnésium, calcium ou fer) sous celui de l'étoile à l'aide du rouleau inférieur.

5/ Identifier avec le public les raies identiques à celles du spectre de l'étoile.

6/ En déduire la composition chimique de l'étoile (réponses dans le tableau ci-dessous).

Etoile	Raies d'absorption
Etoile de classe A 	Hydrogène  Sodium (ionisé)  Calcium (ionisé) 
Etoile de classe B 	Hydrogène  Hélium 
Etoile de classe K 	Magnésium  Fer 
Etoile de classe O 	Hydrogène  Hélium (ionisé) 
Nébuleuse 	Hydrogène  Hélium  Sodium 

Annexe 6 : Fiche « Quelle manip' pour quel public » de l'atelier Starcode

QUELLE MANIP' POUR QUEL PUBLIC ? - STARCODE -



Termes non couramment employés par les visiteurs

- Raies métalliques : raies dues à la présence de métaux
- Raies moléculaires : bandes caractéristiques des molécules (/ !\ la notion de molécule peut elle-même ne pas être connue du Grand Public)



Mal marchant

- Pertinence de la manip' : 😊
- Un banc est disponible pour les personnes dont la station debout est pénible.
- Si la personne choisit de s'asseoir, pensez à décrire vos actions à voix haute et à vérifier régulièrement si cette personne souhaite s'exprimer afin de ne pas l'exclure du groupe.



Handicap moteur

- Pertinence de la manip' : 😊

/ ! Attention : La rampe d'accès au Grand Sidérostas peut poser un problème de sécurité (elle débouche sur un escalier).

- Si la personne utilise une aide à la locomotion (fauteuil roulant, déambulateur...), assurez-vous qu'elle soit devant pour qu'elle puisse suivre la manip'.
- Si la personne souhaite s'exprimer pour répondre aux questions et possède un système de communication spécifique lié à des problèmes d'élocution (ex : écran piloté par le regard, grille avec des pictogrammes, clavier couplé avec une synthèse vocale etc.), **lui laisser le temps de répondre.**



Handicap mental

- Pertinence de la manip' : 😊
- Quand vous devez utiliser la notion de « spectre de raies », privilégiez plutôt l'analogie avec le « code barre ».
- N'hésitez pas à leur proposer de faire tourner les rouleaux du pupitre pour les faire participer.
- Pour les éléments chimiques, précisez où on en trouve dans la vie de tous les jours :

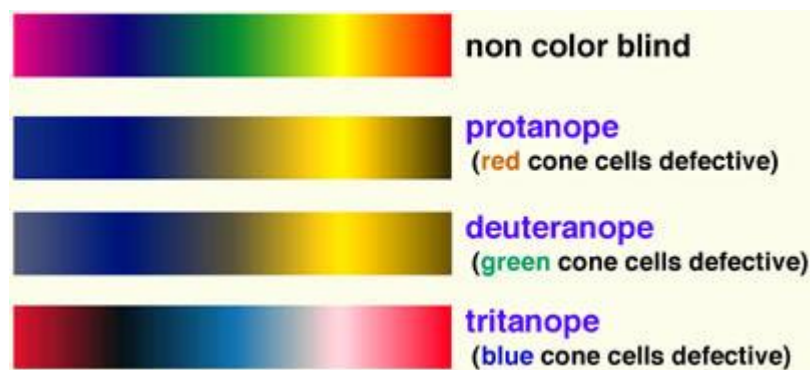
- *Hydrogène* : Soleil et étoiles
- *Hélium* : ballons à la fête foraine
- *Sodium* : sel de table
- *Magnésium* : chlorophylle (pigment qui donne la couleur verte aux végétaux)
- *Calcium* : coquillages et os
- *Fer* : structure en acier (ex : la tour Eiffel)



Déficiences visuelle

➤ Pertinence de la manip' : ☹️

- La notion de couleur ne parlera pas aux personnes qui n'ont jamais vu.
- Les informations données par les spectres ne sont pas compréhensibles sans la couleur.
- Certaines pathologies peuvent modifier la perception des couleurs (voir image ci-dessous).



- Les personnes malvoyantes peuvent également rencontrer des difficultés liées à la restriction de leur champ visuel.



Déficiences auditive

➤ Pertinence de la manip' : 😊

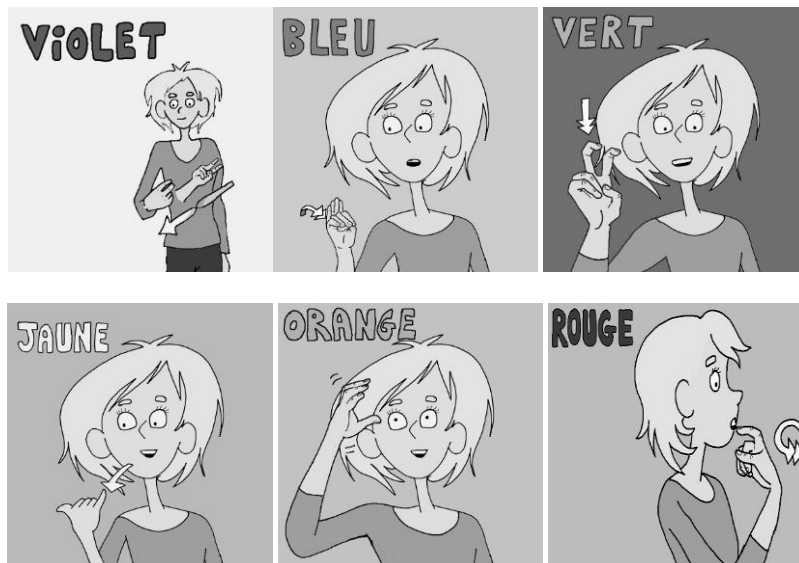
- Assurez-vous qu'on puisse **lire sur vos lèvres** (chers chercheurs, sachez que votre moustache peut gêner la lecture labiale !).
- Si articuler est une bonne chose, il ne faut pas en abuser, auquel cas on risque de ne plus vous comprendre du tout !
- Une personne sourde ne vous entendra pas mieux si vous parlez très fort...
- Utilisez des mots simples : les mots complexes ne seront pas compris et pas reconnus en lecture labiale.



Langue des Signes Française

➤ Pertinence de la manip' : 😊

- Le niveau en lecture peut-être différent d'une personne à l'autre, dans le doute, privilégiez les images au texte pour faire passer une idée.
- Des ardoises velléda sont à votre disposition sur les différents ateliers. N'hésitez pas à les utiliser pour dessiner et communiquer !
- Les couleurs en Langue des Signes Française



- Comment dire « noir » et « blanc » en Langue des Signes Française ?



- Comment dire « lumière » en Langue des Signes Française ?



Annexe 7 : Extrait du fichier « SousTitres_Exoplanetes_FR.srt »

4

00:00:38,574 --> 00:00:41,574

Commençons par la première question : qu'est-ce qu'une exoplanète ?

5

00:00:41,836 --> 00:00:46,136

Il s'agit d'une planète qui orbite autour d'une autre étoile que notre Soleil.

6

00:00:46,268 --> 00:00:51,268

Nous en connaissons aujourd'hui environ un millier, mais ces découvertes sont récentes

7

00:00:51,364 --> 00:00:55,164

puisque les premières exoplanètes ont été détectées dans les années 1990.

8

00:00:55,194 --> 00:01:00,394

Avant cette date, les seules planètes que nous connaissions étaient celles de notre système solaire.

9

00:01:00,409 --> 00:01:04,809

Nous allons d'ailleurs commencer par parler des planètes de notre système solaire

10

00:01:04,809 --> 00:01:09,499

pour mieux comprendre pourquoi on dit souvent que les premières détections d'exoplanètes

11

00:01:09,592 --> 00:01:13,592

ont bouleversé notre façon de comprendre la formation planétaire.

12

00:01:13,603 --> 00:01:19,403

Il y a beaucoup d'objets dans notre système solaire mais aujourd'hui nous ne parlerons que du Soleil et des planètes.

13

00:01:19,421 --> 00:01:24,421

Le Soleil est l'étoile qui se trouve au centre de notre système et les planètes sont au nombre de 8.

14

00:01:24,451 --> 00:01:31,651

Il y a Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune.

Annexe 8 : Expressions modifiées pour leur vocalisation avec Balabolka

Expression d'origine	Expression modifiée pour la vocalisation
Big Bang	Big Bangué
Comète Tchourioumov-Guérassiménko	Comète Tchu riou mov, Guérassimènko
Cherenkov Telescope Array	Ché renne kov Téléscope aeurray
Dark Energy Universe Simulation	Dark énergie Yuniverse Simulaycheune
European Extremely Large Telescope	Youropi anne Extrémely Large Télescope
European Multi-Beam Radioastronomy Concept	Youropi anne Multi-bim Radioastronomy Concept
Étoiles	Étouales
Gaia	Gua ya
High Frequency Instrument	High Fricuennycy Instrumènte
Hubble	Heubeule
Jules Janssen	Jules Jeansseine
Solar Dynamic Observatory	Solar Dynamix Obzervatory
Square Kilometer Array	Squouère Kilomiteur aeurray
Voie Lactée	Voie lac thé