

Éclats DE PHARES

INFORMER, PARTAGER
LA PASSION DES PHARES

Phares de France Association loi 1901

LE JOURNAL DES PHARES ✸ N°2

Échanger entre phares…

Voici le deuxième numéro d'«Éclats » qui présente et communique les initiatives des phares qui accueillent le public. Il est dédié à Augustin Fresnel et sa lentille révolutionnaire expérimentée en 1823 sur le phare de Cordouan. Nous nous devions de faire de ce bicentenaire un anniversaire partagé, plein d'idées, animé et surtout festif. Selon les objectifs de l'association Phares de France « …faire avancer la connaissance du public sur les phares par des rencontres, des expositions, des évènements, des communications avec tous les outils à sa disposition…», toute la communauté des phares s'est d'un seul coup mise à bouillonner. Phares de France, qui est au carrefour des idées autour des phares avec son réseau des phares veut ainsi montrer que l'invention d'Augustin Fresnel est une histoire toujours actuelle. Expositions dans et hors les phares, évènements, webinaires, rencontres à la fois grand public et séminaire pour spécialistes… 2023 est l'année du bicentenaire de l'invention de Fresnel et le réseau des phares entend la fêter dignement ! Et pour les prochaines journées des phares, rendez-vous les 11, 12 et 13 octobre 2023 au Grau du Roi.

Une année sous le signe de Fresnel

2023, bicentenaire de la lentille de Fresnel

A propos du nouvel appareil d'éclairage des phares, Augustin Fresnel dans son rapport du 12 septembre 1823, écrivait : « je me suis rendu le 10 juillet à la tour de Cordouan, où toutes pièces du nouvel appareil avaient été transportées…
Le 25 juillet, l'appareil lenticulaire était entièrement monté et présentait aux marins tous les effets décrits dans l'avis publié par le Moniteur…le maximum des éclats du nouveau feu serait dis fois aussi brillant que celui des éclats de l'ancien, et par conséquent, porterait trois fois plus loin. Ce résultat s'accorderait assez bien avec l'estimation des marins…la dépense d'huile [suite à l'amélioration du dispositif d'éclairage faite par Fresnel] se trouve maintenant réduite de moitié ».

Ce nouvel appareil a révolutionné l'éclairage des côtes du monde.

Le secrétariat d'État chargé de la mer, financeur du projet, ses services, les membres de l'Association Phares de France et son réseau des phares et de l'Association Internationale de Signalisation Maritime, avec le concours de l'Académie des Sciences, l'Ecole Polytechnique et les Archives nationales se sont associés pour organiser la commémoration du bicentenaire de cette innovation majeure, qu'est la lentille Fresnel.

De mars à octobre 2023 de nombreux évènements se dérouleront en France et à l'étranger : webinaires scientifiques, animations dans les phares, vidéos, expositions,…

Pour participer à ces évènements, retrouvez le calendrier sur le site :
https://www.mer.gouv.fr/bicentenaire-de-la-lentille-de-fresnel

Excellente année FRESNEL 2023 !

Solange Majourau,
référente Patrimoine aux Phares et Balises
Adj. au chef du service Sécurité et Contrôles Maritimes
Cheffe de la Division Sécurité Navigation, Prévention Risques

SOMMAIRE

P.1 > Une année sous le signe de Fresnel

P.2-3 > Fresnel, points de repère, historiques, scientifiques

P.4-5 > Musée des Phares & Balises d'Ouessant

P.6 > Lumière sur les archives

P.7 > Mon cousin Augustin

P.8 > Eclats de culture

Fresnel, points de repère, historiques, scientifiques

Propos recueillis par Véronique Malamitsas

Trois éclats de phares

Il est deux noms dans le monde des phares qui font référence : Francis Dreyer et Vincent Guigueno. Tous deux ont une connaissance encyclopédique du sujet, tant sur le plan technique que patrimonial et historique.

Pour Éclats, et à l'occasion du bicentenaire de la lentille de Fresnel, ils ont pris le temps de répondre à nos questions pour cet échange autour de la personnalité d'Augustin Fresnel et de sa lentille.

Bicentenaire LENTILLE DE FRESNEL 1823 - 2023

Trois questions à Vincent Guigueno, historien, conservateur en chef du patrimoine et membre de l'Académie de Marine :

Comment et pourquoi l'ingénieur Augustin Fresnel en est-il venu à s'intéresser aux phares ?

Si Fresnel a eu l'idée de s'intéresser aux phares, c'est au départ pour… gagner un peu d'argent pour pouvoir rester à Paris en continuant ses recherches sur la lumière ondulatoire ! Grâce à François Arago, lui-même membre de la Commission des phares mise en place par les Ponts et Chaussées, Fresnel devient membre expert scientifique de cette instance.

Son domaine est la physique fondamentale, la lumière et l'ingénierie. Il cherchait à comparer, à la demande d'Arago, les rendements des appareils utilisés dans les phares : charbon, réflecteurs, réverbères, huiles, et optiques. Il y avait à Paris de nombreux appareils à l'Observatoire et à l'Académie des Sciences, qui permettaient ces comparatifs.

Fresnel est arrivé rapidement sur les lentilles à échelons car l'idée était déjà dans l'air et avait été formulée par Buffon, puis l'abbé Rochon. Il existait de nombreux écrits sur la question. Plus que toutes choses, c'est la réussite technique et matérielle des lentilles qui est à souligner plus que sa conception intellectuelle qui reste de la physique géométrique. Il a immédiatement envisagé la déclinaison de ses lentilles pour d'autres usages, canal de Paris, chimie…

Quels sont les apports de Fresnel pour en arriver à la conception de la lentille qui porte son nom ?

Ce n'est pas tant au plan de la découverte réelle que Fresnel a joué un rôle essentiel, qu'à une application pragmatique de la réflexion/réfraction de la lumière. Des lentilles de grandes tailles étaient déjà utilisées en Angleterre ou en France mais leur poids et la mauvaise qualité du verre et leur polissage approximatif ne permettaient pas leur usage dans les phares.

Tout est allé très vite ! Il lui a fallu trois mois pour élaborer l'idée et un an pour le premier prototype de petite taille, deux ans pour les prototypes finaux.

La première lentille a été testée à l'Observatoire en 1819. Le 12 mai 1820, sur le même site, un autre essai avec une lentille d'une taille de 90 cm x 90 cm. Enfin les 7 et 8 septembre, un test est fait à Paris au sommet de l'Arc de Triomphe.

Mais Fresnel est mort très jeune et, toute sa courte vie, il a été très malade et asocial. Il ne sortait pas et n'avait pas de relations autres que sa famille ou Arago. Son frère Léonor, dont on ne parle pas assez, a toujours été à ses côtés et très admiratif.

Fresnel avait cependant pris contact par les Anglais pour discuter de son travail. Le succès international de la lentille de Fresnel n'a pas été immédiat. Il a fallu surtout du temps pour convaincre… précisément les Anglais. Les pays qui avaient des phares, ne trouvaient pas l'innovation convaincante… Ils ont tous essayé les lentilles, en ont même acheté une pour l'essayer… mais ne les ont pas commandées en masse. Il faudra attendre les années 1840/1850 pour que la commercialisation démarre vraiment.

L'apparition des LED signe-t-elle la mort des lentilles de Fresnel ?

La LED est une ampoule de très petite taille et de forte puissance. Elle ne joue pas sur le même niveau que la lentille qui est seulement chargée de concentrer les faisceaux. Elle rend obsolète les lentilles de Fresnel qui pourraient être largement miniaturisées avec un même effet.



Trois questions à Francis Dreyer, docteur en Histoire des Techniques, chargé de réaliser l'inventaire du patrimoine des phares en France, spécialiste de l'optique des phares

Combien de lentilles de Fresnel ont été construites du vivant de son inventeur ?

Deux seulement ! L'une à Cordouan (Gironde) et l'autre à Leughenaer (Dunkerque). Ce sont des lentilles expérimentales. Mais, en 7 ans, Fresnel a défini tous les principes qui seront utilisés dans la fabrication des lentilles. Ces lentilles ont été construites jusque dans les années 1980 par l'entreprise BBT/Giman. Aujourd'hui, il n'existe plus d'entreprises qui les fabriquent. On peut les faire… en plastique ! Et certaines associations les restaurent surtout aux Etats Unis, en Grande Bretagne et en Australie.

Votre inventaire exhaustif de tout le patrimoine qui se trouve aujourd'hui dans les phares et les lieux dédiés aux phares, permet-il de dire combien de lentilles sont encore en fonction ?

Dans les deux cents grands phares, presque la totalité sont équipés de lentilles de Fresnel fabriquées au début du XX^{e} siècle. 10 % sont des lentilles du milieu XIX^{e} siècle. L'automatisation, qui intervient depuis les années 1970, sur le déclenchement automatique de la lumière n'agit pas sur les lentilles.

Les lentilles de Fresnel sont-elles un patrimoine en péril ?

Il y a un énorme travail de conservation à entreprendre pour tout ce qui concerne le patrimoine industriel et humain des phares. Je souhaite que l'inventaire, que j'ai réalisé entre 2000 et 2003, puisse permettre à l'Etat de prendre réellement conscience de l'importance de ce patrimoine, au risque de perdre des éléments très importants, faute de conservation.

L'idée serait de recentrer toutes ces opérations de conservation et restauration au sein d'un Centre national des phares, pour permettre ensuite des dépôts concertés dans les phares visitables. Nous en sommes au stade des propositions.

Le Musée des Phares et Balises à Ouessant aurait pu être une solution pour installer un Centre national des Phares. Mais il y a aussi les bâtiments des phares visitables, le plus souvent d'anciens logements de gardiens, le Musée de la Marine de Paris, les musées des arts et métiers en régions…

Alors que nous en sommes encore au stade des projets, je veux croire que la situation va évoluer rapidement et que l'inventaire des phares servira de base de travail pour restaurer et exposer tous ces témoignages d'une grande époque où les phares étaient un des éléments essentiels de la sécurité en mer. Et, grâce à Augustin Fresnel, un rayonnement de la France qui a éclairé le monde entier.

Musée des Phares & Balises d'Ouessant

Par Eymeric Jacquot et Gaëlle Lardeux

Depuis plus de 30 ans, le Musée des Phares et Balises, situé dans l'ancienne salle des machines du phare du Créac'h, conserve les témoignages d'aventures humaines et techniques extraordinaires. Grâce aux objets remontés des épaves, aux maquettes et aux puissantes lentilles à échelons, le musée retrace l'évolution des outils de signalisation lumineuse maritime. Parmi les trésors exposés, on peut notamment y admirer la première optique conçue par Augustin Fresnel, dont on célèbre cette année le bicentenaire.

Par ailleurs, le musée est aujourd'hui l'assise d'un projet de création d'une institution de référence sur le patrimoine des phares, porté par le Département du Finistère. Il s'organise autour de deux axes : la rénovation du musée, dont la restauration du phare est en cours ; et la construction d'une réserve pour la conservation des collections nationales d'objets de signalisation maritime.



Les Pérégrinations d'une lentille à échelons

Dans la nuit du 20 août 1822, ce qui deviendra le premier appareil lenticulaire à fonctionner dans un phare est monté sur l'Arc-de-Triomphe. A plus de trente kilomètres de là, les membres de la Commission des Phares sont réunis à Montmélian pour constater la portée lumineuse de l'invention d'Augustin Fresnel. C'est un succès. Un an plus tard, en juillet 1823, trois nuits de pleine lune sont nécessaires au jeune ingénieur et son équipe pour installer sa nouvelle lentille à échelons au sommet du phare de Cordouan. Elle restera à poste pendant 31 ans avant de rejoindre le musée des Phares dit « Dépôt des Phares » à Paris. Le Dépôt ferme en 1952 et l'optique est transférée deux ans plus tard dans les locaux du Service Technique des Phares et Balises à Bonneuil-sur-Marne, ce trésor patrimonial reste en caisses pendant plus de trente ans.



En 1987, le conservateur Jean-Pierre Gestin a l'idée d'investir l'ancienne salle des machines du phare du Créac'h pour créer un centre d'interprétation des Phares et Balises. Toutes les collections historiques conservées à Bonneuil font alors le voyage jusqu'à Ouessant et Jean-Pierre Gestin de commencer un formidable puzzle :

« Cette collection importante [il fallait] la réidentifier, parce qu'il y a eu un catalogue[1] mais les pièces avaient été démontées, reclassées un peu n'importe comment, des morceaux qui théoriquement allaient ensemble n'allaient plus ensemble, il a fallu faire un travail de restauration, de nettoyage parce que les bronzes étaient noirs [...] on avait étalé ça sur le sol sur des cartons [...] je me réveillais le matin en disant « ça y est, j'ai compris pendant la nuit comment tel bout d'optique allait avec tel autre, ça me travaillait tout le temps. »[2]

Le Musée des Phares et Balises ouvre ses portes en 1988. Le clou du spectacle de ce parcours muséographique est sans aucun doute son « ballet des optiques ». Plus forte concentration de lentilles Fresnel d'Europe. Cette scénographie éternelle, le Centre national des Phares dans sa mission de restauration du musée a souhaité la conserver. Elle sera simplement présentée dans une nouvelle « chorégraphie ». La lentille de Cordouan, peut-être l'objet le plus important de sa collection, sera exposée à côté du ballet, complétée par d'autres objets, prototypes de lentilles à échelons qui ont conduit à sa forme définitive. Il sera possible de la contempler comme aujourd'hui en pied mais aussi depuis une mezzanine qui viendra embrasser les miroirs supérieurs. Rendez-vous en 2025.

Eymeric Jacquot

[1] Catalogue du Dépôt des Phares qui nous a servi à rédiger les premières lignes de cet article
[2] Jean-Pierre Gestin, in. « Le Créac'h, monument d'histoires », épisode 3. Série de podcasts réalisée par Victor Blanchard, produite par le Centre national des Phares, disponible sur KuB médias.



Musée des Phares et Balises, vue du projet scénographique
© agence Du&Ma

Musée des Phares et Balises, présentation des lentilles actuelles

200 ANS DE LENTILLES À ÉCHELONS

Le Musée des Phares et Balises d'Ouessant a l'honneur de conserver et d'exposer le tout premier appareil lenticulaire imaginé par Augustin Fresnel. Mise en service le 25 juillet 1823, elle soufflera ses deux cents bougies cette année. Pour fêter comme il se doit son bicentenaire, le musée s'inscrit dans la dynamique nationale de programmations mise en place par les gestionnaires de phare et les structures culturelles. Trois temps forts, sinon « phares », en cette année d'anniversaire vont rythmer l'actualité du musée.

La Nuit européenne des Musées

Comme chaque année, le musée ouvrira ses portes pour des visites nocturnes à l'occasion de la Nuit européenne des Musées. Le samedi 13 mai, vous pourrez alors (re)découvrir la très riche collection exposée dans l'ancienne salle des machines du phare du Créac'h. Des visites flash seront organisées autour de la lentille dont on fête l'anniversaire mais aussi parmi les objets du parcours qui retracent l'évolution des systèmes d'éclairage des phares. A votre sortie du musée, s'il fait nuit, admirez au-dessus de votre tête la danse des huit rayons du phare du Créac'h…

Pour plus d'informations : https://www.pnr-armorique.fr/

Les Rendez-vous maritimes

A l'occasion du cycle de rencontres et de conférences organisé conjointement par le Service historique de la Défense, le Musée national de la Marine de Brest et le Centre national des Phares – Musée des Phares et Balises, Marie-Claude Castex et Jean-Christophe Fichou tiendront une conférence sur l'invention d'Augustin Fresnel et ses évolutions. Respectivement directrice de recherches en optique au CNRS (retraitée) et docteur en histoire, l'une et l'autre membres de l'APSM, cette conférence à deux voix se déroulera le jeudi 8 juin à l'auditorium de la médiathèque des Capucins, à Brest.

Pour plus d'informations : https://www.ateliersdescapucins.fr/fr/programmation

L'exposition hors des murs du musée

Une optique ainsi qu'un buste d'Augustin Fresnel seront sortis des réserves du musée pour être exposés à la Maison du Département située à Quimper. Vous pourrez alors découvrir une splendide lentille à échelons fabriquée par l'entreprise française Henry-Lepaute, dont le fonctionnement vous sera expliqué, et vous plonger dans le regard de Fresnel, comme tant d'agents des phares et balises avant vous, car des bustes identiques étaient installés dans les principaux phares du littoral.

Pour plus d'informations : https://www.finistere.fr/

Rendez-vous en 2023 !

Gaëlle Lardeux



Lumière sur les archives

Par Muriel Bessot

Des ressources historiques sur les phares aux Archives nationales

Par la responsable des fonds Marine marchande & Mer aux Archives nationales, Pierrefitte-sur-Seine.



«Étude pour le phare de 3ème ordre de Honfleur» (extrait sans date). CP/F/14/17509/6, pièce 12

Les Archives nationales conservent les dossiers produits par le Service des Phares et Balises, créé en 1806 pour construire, entretenir et gérer les établissements et équipements de signalisation maritime des côtes françaises.

Ce fonds d'archives comprend des documents de 1685 à 2008, l'essentiel portant sur les XIXe et XXe siècles. Il s'agit d'une part de dossiers de suivi général des questions de signalisation maritime, relatant la mise en place du plan d'éclairage des côtes françaises et son évolution jusqu'à la période contemporaine. D'autre part, on y trouve les dossiers de suivi des ingénieurs des Ponts-et-Chaussées, classés par départements, retraçant les travaux menés sur les phares et le balisage dans tous les territoires maritimes français et ceux dans lesquels la France a apporté son expertise (littoraux métropolitains, DOM-TOM, anciennes colonies et protectorats d'Afrique et d'Asie, certains pays étrangers).

Ces dossiers, offrant un angle de vue complémentaire des archives territoriales, permettent de comprendre l'histoire des phares, y compris de projets non aboutis, ainsi que d'étudier l'évolution de la navigation et de la prise en compte des enjeux de sécurité maritime.



« Phare d'Eckmühl (Penmarc'h) ». Vue cavalière de l'ensemble des bâtiments (1893). CP/F/14/17513/14, pièce 96

A l'occasion du bicentenaire de l'invention de la lentille de Fresnel cette année, les Archives nationales diffuseront des documents en lien avec cet évènement au cours de l'année.

L'histoire des gardiens de phare et des personnels du Service des Phares et Balises peut également être étudiée en consultant les dossiers individuels de carrière qui couvrent la période du XIXe siècle à 1952.

Une partie des documents a été numérisée et est disponible en ligne, notamment les registres de procès-verbaux de la Commission des phares (1824-1988), lesquels ont fait l'objet d'une description fine facilitant la recherche. Les cartes et plans des phares du littoral méditerranéen sont également numérisés et accessibles en ligne. Cette campagne de numérisation se poursuivra dans les années qui viennent, afin d'offrir un corpus analogue sur les autres façades maritimes.

Pour avoir une vue d'ensemble et préparer une éventuelle séance de consultation aux Archives nationales, les chercheurs peuvent consulter les inventaires descriptifs d'archives suivants :

- Les archives du Service des Phares et Balises (1685-2008), répertoire méthodique
- Les cartes et plans du Service des Phares et Balises (1807-1949)
- Les archives figurées du Dépôt des Phares (1829-1960)

Les Archives nationales accueillent le public sans rendez-vous, sur inscription, dans leurs salles de lecture de Paris (pour les fonds antérieurs à la Révolution française) et de Pierrefitte-sur-Seine (pour les fonds à partir de 1790).

Plus d'informations :

https://www.archives-nationales.culture.gouv.fr/fr_FR/web/guest/home

Département de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'agriculture, en charge des archives des Phares et Balises : deata.an@culture.gouv.fr

Mon cousin Augustin

Par Philippe LEDAIN - DIRM MEMN



Dans le milieu des Phares et Balises, tout comme dans celui de l'optique, on ne présente plus Augustin Fresnel, ingénieur polytechnicien et génial inventeur de la lentille à échelons dont on célèbre cette année le bicentenaire des premiers essais réalisés à Cordouan.

MAIS SAIT-ON QUE SES LIENS FAMILIAUX SONT À LA HAUTEUR DU GRAND HOMME ?

Augustin est le deuxième d'une fratrie de quatre garçons. Son aîné Louis, lieutenant d'artillerie dans l'armée Napoléonienne décède en mars 1809 pendant la prise de la citadelle de Jaca en Aragon. Son puîné, Léonor est également ingénieur des Ponts et Chaussées et continuera l'œuvre de son frère après sa mort. Enfin, le benjamin Fulgence est agent consulaire de France et orientaliste.

Leurs parents sont Augustine Mérimée et Jacques Fresnel, lui est architecte et entrepreneur de travaux publics. Bien qu'originaires de Mathieu dans le Calvados, Augustin Fresnel naît à Broglie. Sa mère, étant venue rejoindre son mari qui s'occupait de la restauration du château de Broglie (prononcer Breuil), accouche d'Augustin dans cette petite commune de l'Eure. Le grand-père, également prénommé Jacques, tout comme l'arrière grand-père étaient tailleurs de pierres à Mathieu, dans une des nombreuses carrières de pierre de Caen.

La mère d'Augustin Fresnel vient de la famille Mérimée et un de ses neveux n'est d'autre que Prosper Mérimée, écrivain, archéologue et auteur de la fameuse dictée. Augustin Fresnel et Prosper Mérimée sont donc cousins ! Prosper Mérimée sera aussi inspecteur général des monuments historiques et crée, en 1842, le fameux classement « Monument Historique ». Le ministère de la culture lui rend hommage en choisissant son nom pour sa base de données du patrimoine architectural français.

Passionné de généalogie, originaire de Caen, mon arbre se croise avec celui d'Augustin Fresnel via la branche maternelle de mon père. En tant qu'amoureux des phares, c'est le cousinage dont je suis le plus fier.



Philippe LEDAIN

Eclats de culture...

Par Clémentine Le Moigne

Cette rubrique partage les nouveautés et les coups de coeur de la vie culturelle liée aux phares : littérature, exposition, cinéma, théâtre... Voici notre sélection.



ÉCLATS DE LECTURE

Pour commencer l'année « Fresnel », voici une sélection de quelques ouvrages repères qui peuvent apporter des éclaircissements. Des historiens tels que Jean-Christophe Fichou, Vincent Guigueno et Françis Dreyer ont grandement contribué à élargir la bibliographie d'ouvrages historiques sur les phares. Mais il y en a d'autres ! Certains de ces ouvrages sont en format numérique (kindle), donc beaucoup moins chers à l'acquisition et d'autres, comme les œuvres complètes d'Augustin Fresnel, sont numérisés par la Bibliothèque Nationale de France (Gallica) et imprimer à la demande par la maison d'édition Hachette. Enfin, google livres permet aussi d'accèder aux originaux, les citations et les passages les plus recherchés sont déjà présélectionnés.

Œuvres complètes - Google Books



Les œuvres complètes d'Augustin Fresnel, Paris, 1866 (BNF Hachette)



Phares lenticulaires, système de M. Augustin Fresnel (éd. 1844) (BNF Hachette)



Augustin Fresnel, Biographie de François Arago, reéd. 2016, (createspace Independant Publishing Platform)



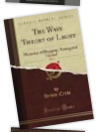
De la lumière, Augustin Fresnel sous la direction de Henri Abraham, reéd. 2016 (édition XIXe) (Format Kindle)



Au service des phares, la signalisation maritime en France XIXe et XXe siècle, Vincent Guigueno,PUR, 2001.



Éclairer la mer, les optiques des phares et leurs constructeurs, Francis Dreyer, PUR, 2016.



The wave theory of light, Memoirs of Huygens, Young and Fresnel, Henry Crew, reéd. en 2012 (Format Kindle)



Phares, Jean-Christophe Fichou, Noël Le Hénaff, Xavier Mével, éd. Le Chasse-Marée, 1999



A short Bright Flash, Augustin Fresnel and the birth of the modern lighthouse, Theresa Lewitt, 2013 (Format Kindle)



Impressionnisme entre art et science, la lumière au prisme d'Augustin Fresnel (1790 - 1900), sous la direction de Gérard Mourou, prix Nobel de Physique en 2018, éd. Hermann, Paris, 2022.
Ce livre est issu des actes d'une conférence analysant la lumière sous le prisme d'Augustin Fresnel en faisant un paralallèle avec l'étude de la lumière par les artistes au temps de l'impressionisme. Cette conférence réunissait des historiens d'art, artistes et physiciens avec le soutien du MESRI (Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche), Le Louvre et l'Ecole Polytechnique.



La lentille de Fresnel de Pierre Cordier, 2023, éd. Quatrième ligne et SMIDDEST.
Pierre Cordier est depuis 2016 guide-conférencier au phare de Cordouan.

↘ **Sitographie**, une sélection de quelques sites incontournables et sans oublier toute la série des Jamy Gourmaud dans « C'est pas sorcier » facile à retrouver sur internet.

Notice biographique sur Augustin Fresnel lue par François Arago en séance publique le 26 juillet 1830 - Membres de l'Académie des sciences depuis sa création (academie-sciences.fr)

La lentille à échelons : un phare dans la nuit | Exploreur (univ-toulouse.fr)

La lentille de Fresnel - YouTube Françis Dreyer, Musée de la marine pour l'exposition Phares, 2012

Épisode 3 - Augustin Fresnel - YouTube Polytechnique



EN SAVOIR PLUS :

Association Phares de France

Valoriser et mettre en avant savoir-faire, idées et compétences matérielles et immatérielles autour des phares

Musée Maritime - Place Bernard Moitessier 17 000 La Rochelle
contact@pharesdefrance.fr - www.pharesdefrance.fr

Direction de la publication : Association Phares de France / Secrétariat de rédaction : Clémentine Le Moigne
Photos & Illustrations : Didier Grimberg (p. 4 et 5), Alain Roupie (photo de couverture, p. 3 et p. 7), JMCA, CLM, Pixabay /
Création & réalisation : www.shyne.fr