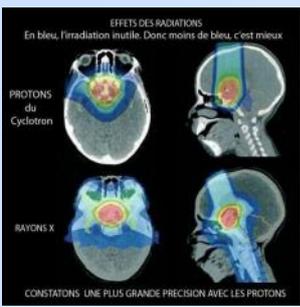


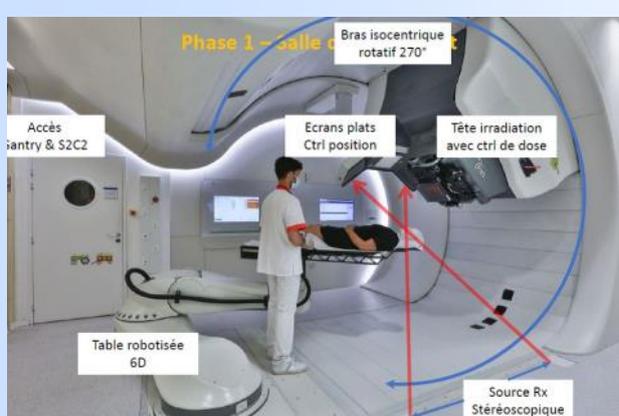
SCIENCE : LE CYCLHAD EST LE CENTRE EUROPEEN DE LA HADRON-THERAPIE ET SES TECHNOLOGIES CONNEXES PROCHE DE CAEN

Localisé en Normandie, les Ingénieurs professionnels de la SRIPF B.Normandie ont bénéficié d'une visite spécifique en cette fin d'année 2022. L'hadronthérapie regroupe les techniques de radiothérapie utilisant des ions lourds à la place des photons. Nous trouvons ces technologies



dans la lutte contre le cancer. Parmi elles nous relevons la **Protonthérapie** et la **Carbone thérapie**. Pour faire simple cette branche s'appuie sur la structure atomique des matériaux. En France 3 centres sont équipés de la protonthérapie pour lutter contre les cancers : Caen, Lyon Sarclay. Les protons sont des particules positives de l'atome. Du fait de leurs propriétés physiques au sein de la matière, les protons libèrent la quasi-totalité de leur énergie au sein d'un volume à traiter comme les Tumeurs. Les organes

fragiles ou sensibles localisés dans l'environnement de la tumeur à traiter reçoivent une dose résiduelle proche de 0. Cette technologie permet de **diminuer très fortement voir d'éliminer les effets secondaires et collatéraux des radiations envoyées par les radiothérapies utilisant l'énergie de la lumière et les autres traitements (chimiothérapie, chirurgie...)** Et elle réduit de manière très significative le risque de second cancer lié aux autres traitements. Dans la famille de l'Hadronthérapie d'autres centres de soins utilisent les propriétés du carbone avec les technologies de « carbone thérapie ». Ce ne sont pas des rayons x, ni des protons mais des faisceaux carbonés qui sont utilisés. Et à Caen le centre Cyclhad est en cours de devenir le premier centre européen sur l'ensemble de la famille Hadronthérapie. Le Cyclhad dispose d'un ensemble de partenaires de proximité qui permettent de compléter ses investissements sur le soin de personnes atteintes de cancer et aussi en appui pour son centre de recherche. Ce dernier étudie et les différentes propriétés énergétiques des matières en particulier celles actuellement utilisées ou d'autres à découvrir pour traiter les cellules malignes du cancer. Le centre Baclesse à Hérouville st Clair traitant des cancers utilise déjà le Cyclad avec



ses moyens de protonthérapie pour traiter des malades du cancer. Le spectre de population est large il comprend de jeunes enfants jusqu'à des personnes très âgées. L'hôpital universitaire pourra aussi s'appuyer sur le Cyclhad dans ses programmes de soins et d'études. Les équipes de recherche du Cyclhad bénéficient aussi pour la recherche de partenaires reconnues dans l'imagerie médicale avec

CYCERON : Centre plateforme d'imagerie biomédicale et pour les matériaux et ions lourds du **GANIL** : Centre de recherche fondamentale de physique nucléaire et le **CIMAP** Laboratoire de recherche nucléaire. L'ensemble de ses centres et laboratoires sont connectés par fibres optiques et sont très proches du Cyclhad. (Le plus éloigné à moins de 2000 mètres) Le Cyclhad dispose aussi d'un appui d'un pool bancaire (banques, région Normandie) d'actionnaires d'entreprises industriels

GALA ANNUEL SRIPF B.N Décembre 2022

Après deux ans marqués par les contraintes du Covid, la SRIPF B.N a pu proposer une soirée spectacle à nos adhérents au casino de Ouis-tréham.



(Suite 1 Cyclhad) et financières et d'entreprises de Bâtiment spécialisés dans les ouvrages sous contrainte de radiation (SOGEA) , et des constructeurs des équipements techniques mettant en oeuvre l'énergie des matériaux pour traiter les cancers(IBER). Cyclhad est conçu suivant un programme (**ARCHADE**). Il a pour

Les Ingénieurs professionnels mis en avant dans la presse régionale en (ex) Basse-Normandie

Article Ouest - France paru le 26 Décembre 2022 . **Le titre : « Grâce à leur expérience, chefs d'entre-**

Phase 2: Conception C400 / SRTH
SRTH: Système de Recherche et de Traitement en Hadronthérapie

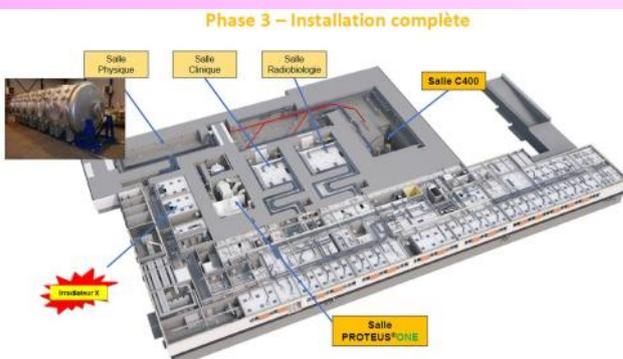
- Etudes détaillées du C400 et SRTH en cours de finalisation
- Ieres fabrications en cours chez les sous-traitants
- Opération de grutage du cyclotron à l'été 2023

vocation la réaliser un **volet science**: avec un **centre de ressources et de moyens pour - Traiter des patients** en protonthérapie et la **conduite de recherche** en hadronthérapie avec des équipes locales européennes et internationales notamment sur des particules d'autres matières et leur compatibilité avec la variété d'organes des humains. Et un **vo-**



let industriel : Nouvelle filière industrielle Avec le **développement d'un cyclotron** deuxième génération appelé **C 400** Et la constitution d'une filière pour la fabrication et la commercialisation de cet accélérateur usage thérapeutique. ARCHADE, propose la **carbène thérapie** avec cet équipement **C 400** en cours d'installation, qui est de dernière génération Il est plus compact que les équipements actuellement en activité, Il fait environ 6m de diamètre pour 2,50 de hauteur. Il permet d'avoir

prise ou cadres peuvent être certifiés ingénieurs » [Lien sur l'article cliquer](#)



un espace bâtiment plus restreint et un volume global d'équipements plus réduit. **Le volet science** est opérationnel depuis 2018 avec la protonthérapie. Cyclhad est ouvert aux patients de 9h30 du matin jusqu'à 22h00, les autres heures de la soirée et début de la matinée sont utilisées pour la petite maintenance, les contrôles des différents moyens, la vérification

(Suite 1 Pierre de Caen) La ville de Caen est constituée de 2 types de terrain d'une part une vallée alluviale qui est drainée par l'Orne (fleuve) et des plateaux de calcaire de la période jurassiques (200 millions d'années à 145 millions d'années). Il y a 170 millions d'année la mer recouvrait la France et la Grande Bretagne. Avec des mouvements tectoniques la mer s'est asséchée, les sédiments se sont consolidés. L'évolution de la structure géologique montre les périodes de glaciations, celles de réchauffements avec des strates visibles par tranches de 15000 ans. On trouve des traces de Pierre dites de Caen à « Vieux la Romaine » (ville gallo-romaine à une dizaine de km de Caen. (Vieux-la-Romaine est installée dans la commune de Vieux qui, il y a 2000 ans, était la ville romaine d'Areghena, Créée au début du Ier siècle, elle compte quelques milliers d'habitants à son apogée, aux IIe et IIIe siècles, alors que Caen n'est encore qu'une bourgade.) Cette pierre a été exploitée surtout depuis le 11 siècle à ciel ouvert puis en galeries souterraines »

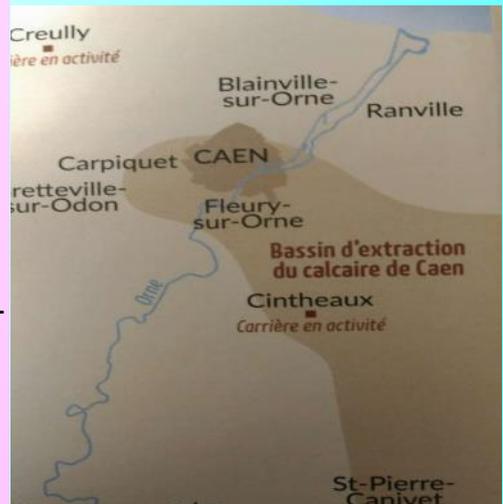
des protocoles de traitements de la journée. La partie recherche monte en puissance avec des scientifiques présents sur le site en interrelation avec les autres centres de recherche locaux et nationaux. **Pour volet industriel** La conception d'un accélérateur type a démarré en 2019, les équipements sont en cours d'installation avec l'agrandissement des locaux (mur de béton de 7 m d'épais et l'arrivée des différentes parties de l'accélérateur cyclotron C 400 en fin 2022.. l'ensemble devra être opérationnel en 2024 : les assemblages des différents composants, les paramétrages et le fonctionnement.



Puis de 2025 à 2027 s'effectuera le démarrage de la recherche avec les **ions C** issus de l'accélérateur C 400 et les démarches de vente de ces modèles d'accélérateurs comprenant le concept complet (bâtiments spécifiques, équipements de l'accélérateur, et équipements de soins thérapeutiques par hadronthérapie.) Ce centre en cours de finalisation de sa filière complète a déjà par son activité actuelle une renommée qui dépasse les frontières. Son activité à la fois médicale et scientifique et industrielle le confirmera mondialement.

LA PIERRE DE CAEN UNE LONGUE HISTOIRE MAIS AUSSI UNE ACTIVITE TRES CONTEMPORAINE.

La ville de Caen à proposer à quelques conseillers de quartier dont je fais partis de découvrir une partie souterraine de cette ville historique dans l'un de ses quartiers nouveaux ,**le quartier Beaulieu**. En effet celui-ci a été construit sur l'une des grandes carrières souterraines de la « Pierre de Caen »80 hectares de galeries souterraines **dont 21 hectares sous ce quartier**. 150 puits dont on trouve les traces à l'intérieur des carrières souterraines montrent l'activité qu'il y a eu dans ce quartier. Le rendez-vous est donné dans une parcelle fermée au public et dédiée au service technique de la ville de Caen. Une porte métallique ouvre accès à ces galeries. Un peu d'histoire géologique :



(Suite 2 Pierre de Caen) La Pierre de Caen « est ainsi dénommée a des **bancs de calcaire de 5 à 8 mètres** caractérisés par des **grains fins compacts avec des résistances mécaniques** très intéressantes. Cette zone dite « Pierre de



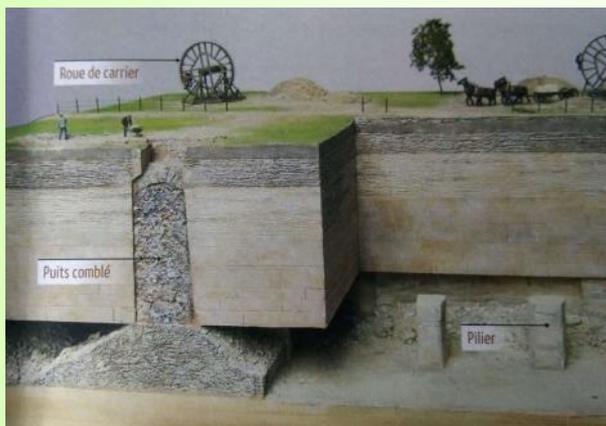
Caen s'étend sur une zone de 40 à 60 kilomètre de superficie. Dans sa période d'apogée une cinquantaine d'exploitations de carrières digne de ce nom étaient en activité. Certaines exploitations au moyen âge n'avaient pas la qualité requise ainsi une carrière près de Creully (nord de Caen) révéla une composition avec des coquillages. Cette structure de moindre qualité était constituée de gros grains qui fragilisèrent des ouvrages d'art de l'époque. Les carrières de la ville de Caen et vers le sud jusqu'à Falaise (château de Guillaume le Conquérant) ont fait la notoriété de la Pierre de Caen et par exemple celle de Bretteville sur Laize et encore aujourd'hui la carrière de Cintheaux. (15 km de Caen)

En 1050 guillaume le conquérant a utilisé cette Pierre de Caen pour la construction du château de Falaise, l'abbaye aux hommes et celle aux dames mais aussi en Angleterre. Le choix de l'extraction est motivé par la proximité des chantiers, avec les atouts du réseau fluvial. Dans la période 1650 puis 1830 on a pratiqué des galeries souterraines, **12 millions de tonnes ont été tirés dont 80%** dans les carrières souterraines du Quartier de Beaulieu (nouveau quartier de Caen).



Quelques réalisations avec cette Pierre de Caen à la renommés internationale. En France À Caen : L'abbaye aux Hommes (hôtel de ville), l'abbaye aux Dames (conseil régional de Basse-Normandie), les églises de Caen, notamment l'église Saint-Pierre, le château, les hôtels particuliers depuis le début XVI ème siècle, les immeubles de la Reconstruction seconde guerre mondiale, le Mémorial 1986. **En Normandie :** l'abbatiale de la Trinité de Fécamp, l'église de Saint-Jacques de Dieppe, La cathédrale Notre-Dame du Havre, Les appontages des ports (Honfleur). **En Bretagne :** le palais du commerce de Rennes, l'église de Saint-Pol-de-Léon, l'abbaye de Beauport. **Au Royaume-Uni :** La Tour de Londres (pierres livrées par **75 bateaux en 1278,**) la Tower Bridge de Londres, la cathédrale Saint-Paul de Londres, l'abbaye de Westminster, la cathédrale de Canterbury, le château d'Oxford. **En Allemagne :** La Cathédrale de Cologne (éléments de décor) **Aux États-Unis :** La cathédrale

Saint-Patrick de New York, des éléments de décoration intérieure de buildings, la cathédrale nationale de Washington. Actuellement Au-delà des restaurations des monuments historiques, de nombreux ouvrages sont réalisés ou en cours de réalisation en Belgique, **au Canada, aux USA, dans les émirats.** Des blocs exportés aussi en Asie et dans les pays de l'est pour construire des châteaux et des demeures. Un véritable travail d'inspection géologique d'observations scientifiques des galeries et de calcul de structures est réalisé plus particulièrement dans ce nouveau quartier de Caen. En effet des micro-fissures, des fissures sont apparues dans les galeries, les piliers et les voutes Elles sont dues par différents facteurs dont les variations climatiques, l'eau et l'exploitation passé des carrières. En effet l'extraction s'effectuait par **des puits creusés servant d'accès aux ouvriers et aux remontés des blocs.** Des piliers dit tournés sont laissés régulièrement en place pour **soutenir le poids des terrains.** 150 puits ont été exploités dans les carrières de Baulieu. **L'extraction des blocs par tiroirs** était



exploités dans les carrières de Baulieu. **L'extraction des blocs par tiroirs** était

(Suite 3 Pierre de Caen) facilitée par la présence des joints de stratifications. La séparation se faisait par l'utilisation de coins insérés dans ces joints. **Les déchets étaient laissés sur**



place. Les blocs extraits d'un demi mètre cube en moyenne ils étaient hissés en surface grâce à une roue de carrier placé en haut du puit. En fin d'exploitation du gisement le puit est rebouché en

parti par les déchets dégagés en surface des pierres installées avec clé de voute étaient placées au-dessus de la colonne de puit. **11 millions de m3** ont été extraits sur l'agglomération de Caen. Des travaux de consolidations ont été effectués, d'autres sont programmés depuis l'installation de ce nouveau quartier Beaulieu. **Les poussées tectoniques** sur le bassin de calcaire sont étudiées. On a mesuré l'impact d'un séisme dans les alpes il y a quelques décennies qui a impacté directement les galeries les carrières souterraines de Caen avec des failles identifiées sur des voutes et piliers de soutènements. La voute de la carrière souterraine du quartier de Baulieu est maintenue par **500 piliers** certains très anciens sont soient consolidés ou remplacés dans leur fonction par **des piliers en béton.** La

technique du carottage est pratiquée par **l'injection du béton** dans des colonnes béton cerclées avec des filins métalliques. On compte une pression de 2400 T par pilier. Le coût d'un pilier s'élève à 30000 euros. Les consolidations sont aussi effectuées avec **blocs limailles de fer** provenant des **déchets de l'ancienne aciérie Sté Métallurgique de Normandie** près de Caen qui a eu 10 000 salariés.



(Suite 4 Pierre de Caen) La technique du remblai hydraulique a aussi été mise en œuvre pour des zones fragiles ou dangereuses en risque de rupture des piliers et des voutes. **Les techniques d'extraction performantes sont utilisées aujourd'hui.** Une tronçonneuse équipée d'une chaîne de tungstène scie verticalement et horizontalement les blocs de calcaire : **La haveuse.** L'exploitation s'effectue sur une hauteur de 3,2m et une profondeur de 1,6m correspondant à la portée de la scie la largeur imposée pour des raisons de sécurité et de 6 m. **Un système d'airbag** permet le détachement des blocs. **Des coussins sont insérés dans les saignées** effectuées par le sciage puis ils sont gonflés. Cela provoque le décollement du bloc de la masse rocheuse Les blocs sont déplacés des galeries vers les ateliers ils peuvent peser **jusqu'à 12 tonnes.** Les blocs sortis de la carrière atteignent un coût brut de 1000 euros, façonnés le montant s'élève à 3000 euros ils sont ensuite découpés et transformés en pierre de taille plus modeste. Les pierres peuvent passer **par le Portugal ou l'inde afin d'être taillées, sculptées** avant d'être assemblées dans les bâtisses ou monuments hors Europe.



*Mémorial de Caen
Construction en Pierre de Caen 1986*

INGÉNIEURS PROFESSIONNELS DE FRANCE
Région Basse-Normandie (Calvados, Manche, Orne)
Membre IESF - Ingénieurs et scientifiques de France
Membre de la Fédération SNIPF

Contact Courriel : jluc.leveque@gmail.com Edition N°17

Les sources documentaires: (textes et autres) sont référencées dans un document annexe joint à cette newsletter