

BULLETIN DE
**L'ACADÉMIE
DELPHINALE**

NOUVELLE SÉRIE, NUMÉRO 4 • 2023

PUG



Le code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4). Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

Photo de couverture

Jean-François Champollion, gravure sur cuivre, vers 1870.

© Ville de Grenoble, bibliothèque municipale, Pd.1 Champollion (Jean-François) (2)

Conception graphique : Corinne Tourrasse

Relecture : Baptiste Multon

Mise en page : Catherine Revil

Achévé d'imprimer en novembre 2023

sur les presses de la Nouvelle Imprimerie Laballery – 58500 Clamecy

Dépôt légal : décembre 2023 – N° d'impression : 311341

Imprimé en France

La Nouvelle Imprimerie Laballery est titulaire de la marque Imprim'Vert®

© Presses universitaires de Grenoble, décembre 2023

15, rue de l'Abbé-Vincent – 38600 Fontaine

www.pug.fr

ISBN 978-2-7061-5365-5

ÉDITORIAL DU PRÉSIDENT

L'année 2022 n'a pas seulement été celle des festivités du 250^e anniversaire de l'Académie Delphinale. Au fil de nos habituelles séances, elle nous aura permis de parcourir les chemins de la connaissance, depuis notre histoire la plus ancienne jusqu'aux sujets de réflexion les plus actuels. Nos travaux nous ont situés, comme toujours, au carrefour de tous les savoirs : une multidisciplinarité qui fait notre force et notre originalité, comme elle l'est aussi, par exemple, pour l'atelier de recherche et de conservation Nucléart (ARC-Nucléart) auquel nous avons été heureux de remettre notre prix qui, chaque année, récompense des initiatives originales et novatrices en matière de patrimoine.

Nous n'avons pas oublié non plus que 2022 était l'année du bicentenaire du déchiffrement des hiéroglyphes par Jean-François Champollion. Comment ne pas se souvenir que, seize ans avant sa prodigieuse découverte, c'est devant notre Compagnie, qui portait alors le nom de Société des sciences et des arts de Grenoble, que le jeune chercheur (il n'avait que quinze ans et demi !) faisait connaître sa *Remarque sur la fable des Géans (sic) d'après les étymologies hébraïques*. Membre correspondant en 1808, puis membre résidant en 1810, il en devint même secrétaire adjoint de 1815 à 1818, année où il fit une nouvelle communication sur la pierre de Rosette.

Je tiens à adresser mes vifs remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à ce volume : auteurs, membres du comité de lecture, ainsi bien sûr que notre éditeur, et sans oublier le département de l'Isère qui nous soutient fidèlement. Ils en ont assuré la bonne qualité, de fond comme de forme : qu'ils reçoivent ici l'expression de notre chaleureuse gratitude.

Excellente lecture à toutes et à tous ! ■

GILLES-MARIE MOREAU
Président de l'Académie Delphinale



COMMUNICATIONS

MYTHE GRENOBLOIS, GRANDS PROJETS SCIENTIFIQUES ET DÉFI CLIMATIQUE

MICHEL BELAKHOVSY

Physicien CEA et ESRF retraité

Cet article vise à montrer que des actions tenaces et audacieuses de quelques citoyens, vivant le mythe grenoblois, ont contribué à relever « le mythe blessé », pour reprendre le titre du livre écrit en 1979 par notre Jean Froissart grenoblois, Pierre Frappat. Ceci en articulant milieu associatif, organismes de recherche et instances politiques.

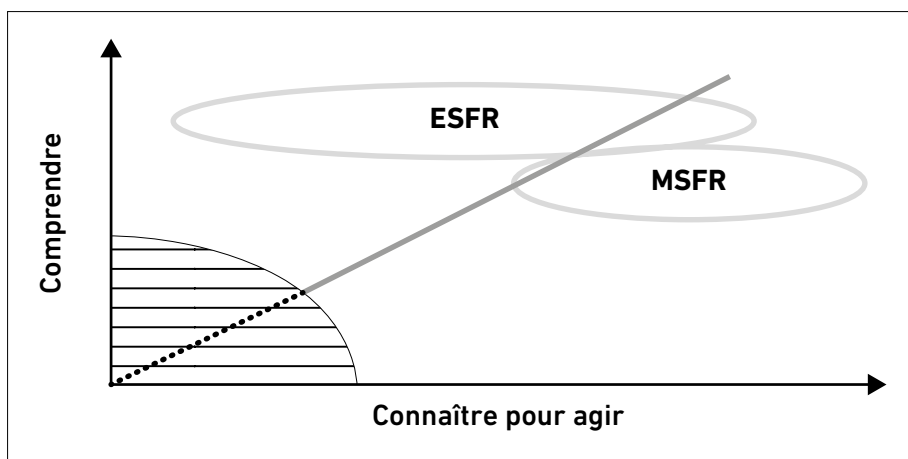
L'accent sera mis sur l'apport de Grenoble à l'Europe, illustré par deux développements scientifique et technique, l'un existant, l'autre seulement amorcé :

- l'ESRF, qui couronne « Grenoble, capitale européenne des TGIR », étant le siège de l'ESRF, l'ILL, l'Iram, l'EMBL, l'EMFL et participe au Cern voisin ;
- le projet MSFR (*Molten Salts Fast Reactor*), un électronucléaire de rupture pour l'Europe en réponse au défi climatique – conçu par le CNRS/Grenoble et promu par l'association G2E-Tere.

CONSIDÉRATIONS PERSONNELLES ET « PRÉHISTOIRE » DE L'ESRF

POSITIONNEMENT S&T DE L'ESRF ET DU MSFR

Pierre Aigrain, grand scientifique et ancien ministre de la Recherche, a schématisé la qualité de la recherche (fig. 1) dans un repère dont l'ordonnée est « comprendre » (i. e. la recherche fondamentale) et l'abscisse « connaître pour agir » (i. e. la recherche appliquée) : cette recherche est d'autant meilleure qu'elle se positionne loin de l'origine, selon l'ordonnée ou l'abscisse, et *a fortiori* selon la première bissectrice, évitant la zone hachurée. ESRF et MSFR pourraient alors figurer comme indiqué.



1. Positionnement schématisique de l'ESRF et du MSFR: une « bonne » recherche selon Pierre Aigrain. Restitution.

L'APPORT À GRENOBLE DE DEUX GRANDS FRANÇAIS AUX GRANDS INSTRUMENTS GRENOBLOIS

Si les trois Louis (Merlin, Weil, Néel) sont reconnus comme des acteurs majeurs du triptyque grenoblois « Formation – Recherche – Industrie », je souhaite rendre hommage ici à deux personnalités qui y ont aussi fortement contribué, plus récemment, par leur apport aux grands équipements scientifiques que sont l'ILL et l'ESRF : il s'agit de Jules Horowitz, qui fut président du conseil d'administration de l'ILL, puis celui de l'ESRF, et de Robert Dautray (né Kouchelevitz), qui a été impliqué dans le lancement de l'ILL et par ailleurs du PAT (prototype à terre de nos sous-marins nucléaires) auquel le CENG a contribué. Robert Dautray est certes plus célèbre encore pour sa contribution décisive à la bombe H française, comme il le relate dans un livre émouvant de simplicité et au titre si explicite *Du Vél d'Hiv à la bombe H*. Tous deux, venus avec leurs parents des pays de l'Est, sont pour moi de « grands Français ».

« PRÉHISTOIRE » DE L'ESRF, SA VENUE À GRENOBLE

Témoignage de Michel Belakhovsky, dédié à mon épouse Catherine, qui disait à l'époque que nous étions « trois » à la maison : elle, moi et... le synchrotron !

Je décris donc dans ce qui suit mon implication, mon vécu, quant à la venue de l'ESRF à Grenoble.

De fait, travaillant depuis 1977 dans le domaine du Rayonnement Synchrotron (RS), un tournant important dans ma vie professionnelle, je me suis trouvé peu après être un maillon nécessaire de la venue de l'ESRF à Grenoble.

C'est à Bernard Dreyfus, passant de l'ILL au CEA/DRFMC, que l'on doit l'idée d'un centre synchrotron à Grenoble. Il forme un groupe de travail

ad hoc, avec Hervé Nifenecker pour l'accélérateur, et me confie ensuite la responsabilité du projet appelé « Sirem ».

Alors président de la SFP-Alpes, j'ai accueilli Michel Camus qui arrivait à Grenoble pour fonder le CNET-Meylan et évoqua son intérêt pour le RS. J'ai donc pris l'initiative – en lien avec la DGT et Neyrpic – d'étudier un petit synchrotron équipé de lignes de photolithographie ; anneau conçu avec Jean-Louis Laclare et Jean-Marie Lefebvre du synchrotron à protons Saturne à Saclay, qui s'est appelé Mars (Mini-Anneau de RS) ; ces deux collègues, bien plus tard, sont venus fonder l'ESRF. Mais finalement Michel Camus n'a pas donné suite, premier échec pour Grenoble.

Après la démission de Dreyfus pour mésentente, le directeur du CEA/IRF, Jules Horowitz, m'a demandé une analyse des besoins Rhône-Alpes en RS, ce qui a conduit à l'inscription de Sirem au IX^e plan régional.

À ce stade, il est utile de mentionner le rôle de quelques-uns au sein du parti socialiste (PS) : parallèlement à l'action d'Yves Farge (directeur du Lure à Orsay et en charge du projet ESRF à la Fondation européenne de la science (ESF)) dans les instances parisiennes du PS en faveur de Strasbourg comme ville candidate française, la commission fédérale ESRI (enseignement supérieur, recherche et industrie du PS38) a œuvré en faveur de Grenoble. Jacques Dupont, directeur scientifique de Neyrpic et membre du CCRST (Comité consultatif de la recherche scientifique et technique du gouvernement) en assurait la charge, avant de me la proposer. C'est dans ce cadre que nous avons proposé à la Région l'inscription de Sirem au IX^e plan Rhône-Alpes, et avons régulièrement tenu informé Louis Mermaz, président de l'Assemblée nationale des projets synchrotrons pour Grenoble.

Les syndicats du « CENG » ont alors favorisé Sirem au détriment de Thermos (projet de réacteur pour le chauffage de Grenoble). Mais les scientifiques d'Orsay ont alors fait naître le projet Super Aco, qui finalement prit le pas sur Sirem : 2^e échec pour Grenoble... Mes deux compagnons d'aventure, Hervé Nifenecker et Jean-Paul Desclaux, n'ayant pas un intérêt scientifique aussi direct que moi, ont alors quitté la partie, et c'est Gérard Dolino qui a su me « relancer », pour défendre l'installation – auprès de l'ILL – du projet européen de l'ESRF !

De nombreuses villes en Europe étaient candidates à accueillir cette installation. La France et l'Allemagne s'entendirent entre elles pour partager deux projets (le futur ESRF et une soufflerie cryogénique). Mais Yves Farge, succédant à Maier-Leibnitz sur le projet de l'ESF, et ayant inscrit discrètement Strasbourg comme ville candidate dès 1979 à la DGRST, l'issue devenait très difficile pour Grenoble.

Le « sphinx » Horowitz m'a lors longuement expliqué son action en faveur de Grenoble, sans que je sache si c'était eu égard à mes efforts infructueux,

ou s'il tentait un dernier pari. J'ai fini, après une « tempête sous le crâne » par trancher en faveur de la seconde hypothèse et poursuivi la défense du site local en montant un nouvel argumentaire scientifico-économique à quelques-uns.

C'est un soir de novembre 1985, au bord du découragement d'avoir investi tant de temps pour rien, que j'ai reçu cinq appels téléphoniques – dont celui d'un vieux grenoblois très apprécié, qui m'informait de l'annonce de Louis Mermaz sur FR3 que « la France allait approcher l'Allemagne sur la base du site de Grenoble ».

NB : Après avoir agi ainsi pour sa venue à Grenoble, j'ai été à l'ESRF co-rédacteur du *Red Book* de la partie expérimentale (lignes de lumière et sciences associées) avec deux collègues allemands ; puis j'ai lancé le « CRG Club » (*Collaborating Research Groups*) qui a conduit à la construction, par différents pays, d'une douzaine de lignes additionnelles sur aimants de courbure.

BREF HISTORIQUE DE L'ESRF

La préparation d'une Très Grande Infrastructure de Recherche (TGIR) telle que l'ESRF, s'étale sur deux ou trois décennies. Le **tableau 1** page suivante en donne les dates principales : l'élaboration du projet et la décision intergouvernementale (1975-1989), sa mise en route progressive (1992-1998), ses partenariats, sa jouvence, la venue de nouveaux pays membres et associés, et enfin sa refondation initiée en 2015, avec un nouvel anneau.

Tableau 1. Historique résumé de l'ESRF.

Dates	Étapes
1975-1989	<ul style="list-style-type: none"> • European Science Foundation (ESF), incitée à lancer une collaboration en recherche synchrotron • <i>Black, Blue, Yellow, Green books</i> • <i>Red book</i>, document de référence pour la construction • MOU entre 11 pays : convention et statuts de la société ESRF
1992-1998	<ul style="list-style-type: none"> • 1^{ers} faisceaux • 1st User Operation • 200 mA, 40 beamlines
2002	Partenariat « Structural Biology » avec ILL et institutions locales
2009-2015	Upgrade Phase : new beamlines, support labs
2010	Partenariat « soft condensed matter » avec ILL, EPN Campus
2012	20 000 publications
2014	13 membres (dont Russie) + 8 associés
2015	ESRF-EBS : nouvel anneau

LE NOUVEL ESRF ET LA SCIENCE

LA SCIENCE À L'ESRF AUJOURD'HUI

Je propose ici de sauter à pieds joints sur 30 ans de développement de ce très grand projet européen, dont les Grenoblois connaissent aujourd'hui bien l'existence.

Pourquoi ? Parce que cette multi-source de rayons X, pionnière à sa création suivie par les équipements similaires – APS aux États-Unis et Spring8 au Japon – et que j'avais qualifiée, suivant Jules Horowitz, de « source optimisée pour les rayons X », a fait, au cours des deux ans de Covid, un énorme bond en avant, grâce à une structure magnétique révolutionnaire : le nouvel ESRF, appelé ESRF/EBS (pour *Extremely Brilliant Source*), qui constitue désormais la référence mondiale pour tout projet synchrotron à l'avenir.

La nouvelle structure magnétique de l'anneau, l'*Extremely Brilliant Source* (EBS), comprend des aimants de déviation courts, ce qui évite une dispersion horizontale des électrons, d'où un faisceau quasi rond (fig. 2). La conséquence pour le pinceau électromagnétique émis est majeure : sa brillance accrue de deux ordres de grandeur, et une cohérence (type laser) accrue d'un facteur 30.

Dans ce qui suit, quelques exemples du nouveau potentiel sont donnés, sans pouvoir rendre justice à l'extraordinaire dynamique scientifique et technique – sur le plan européen et mondial – que permet l'ESRF/EBS.

L'IMAGERIE MULTI-ÉCHELLE DE GROS OBJETS

Grâce à la cohérence des pinceaux X, il est possible d'imager en 3D depuis l'échelle du micromètre jusqu'à l'objet entier, qui pourra être bientôt un homme debout (fig. 3). Il s'agit d'un grand bond en avant, notamment pour l'imagerie médicale comme la tomographie numérique (CT). Seule au plan mondial, l'ESRF/EBS le permet aujourd'hui.

IMAGERIE MULTI-ÉCHELLE D'UNE BATTERIE

Augmenter la densité d'énergie d'une batterie est un enjeu actuel majeur. Ce sujet est ancien, et pour progresser il est nécessaire d'analyser plus finement son comportement dynamique, c'est ce qu'apporte l'imagerie multi-échelle, ici pour la pile Li-ion. Rappelons que l'électricité y est produite par échange réversible des ions Li entre la cathode en graphite et l'anion en oxyde métallique, via l'électrolyte liquide.

La fig. 4 montre le principe de l'expérience : le pinceau X incident est diffracté par la section de la pile illuminée ; les faisceaux diffractés sont reçus sur un détecteur

Légendes des figures ci-contre :

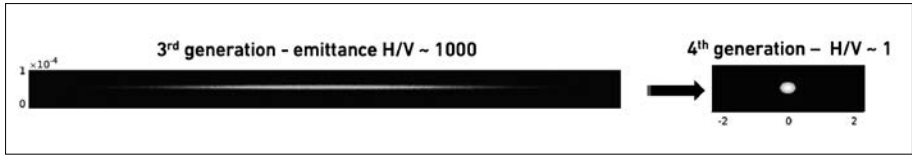
2. Réduction horizontale du faisceau : passage de l'ESRF à l'ESRF/EBS, prêt en fin 2019.

Source : courtoisie H. Reichert, ESRF.

3. Bâtiments abritant les lignes de lumière d'imagerie d'objets de grandes dimensions, comme de grosses pièces mécaniques ou des systèmes biologiques (cerveau, poumons, etc.) ; et dans l'avenir des êtres vivants entiers. Source : courtoisie H. Reichert, ESRF.

4. Schéma de l'imagerie d'une portion de batterie, par balayage vertical devant le faisceau.

© D.P. Finegan et al., *Energy & Environmental Science* 13, 2570 (2020).

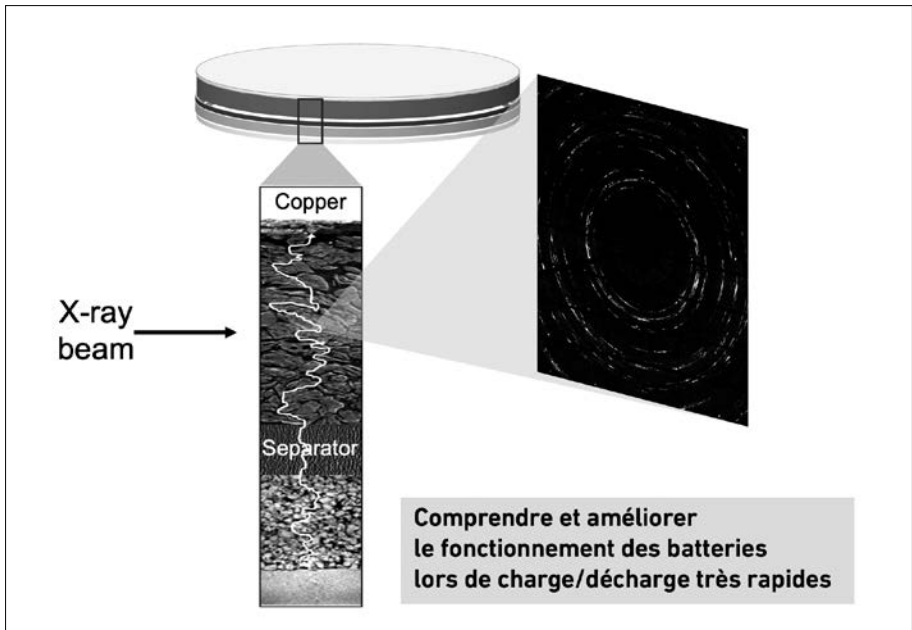
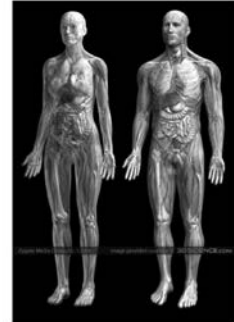


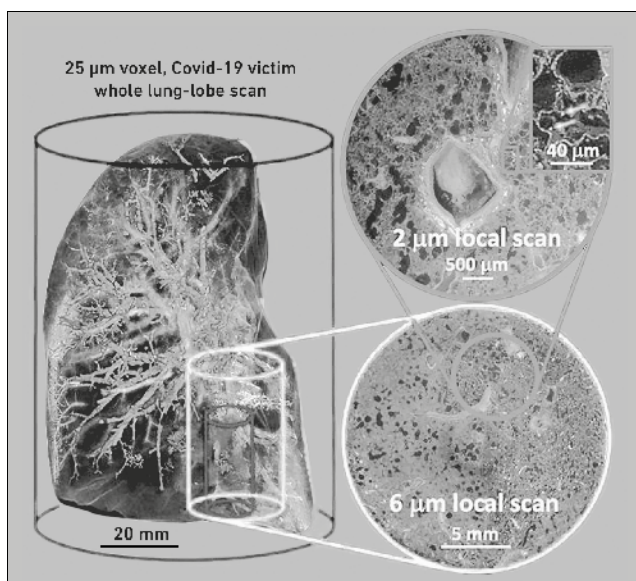
Imagerie 3D multi-résolution pour de gros objets



Tomographie en contraste de phase

- imagerie non destructive
- à toute échelle (macro → micro)





5. Différentes échelles d'imagerie 3D, jusqu'à 2 µm. Source: Paul Tafforaud.

2D. Cette opération est répétée en déplaçant verticalement la pile à une fréquence suffisamment rapide pour suivre l'évolution des différentes sections de la pile en fonctionnement. On enregistre ainsi le courant de décharge au cours du temps, ainsi que la fraction du lithium déposée sur la cathode.

IMAGERIE MULTI-ÉCHELLE D'UN POUMON « COVID »

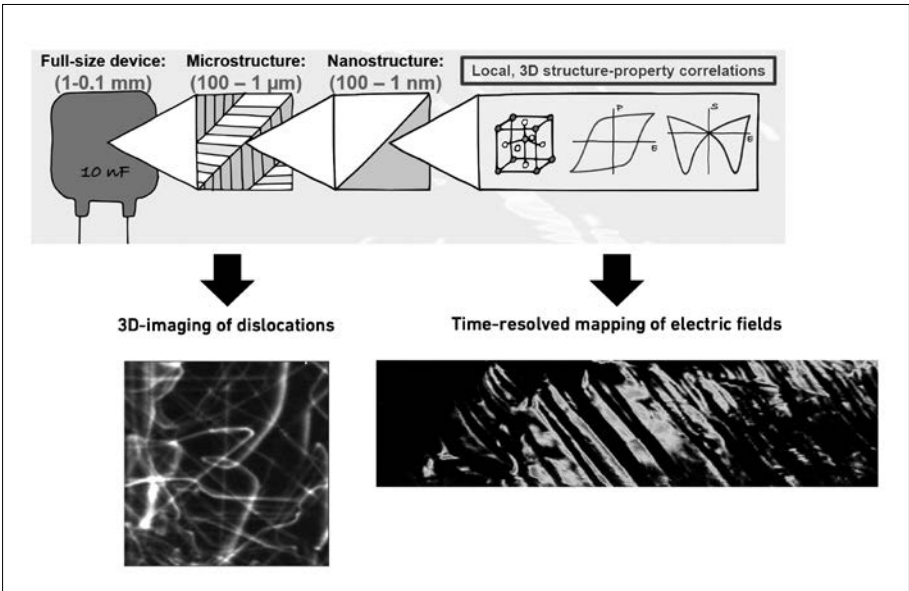
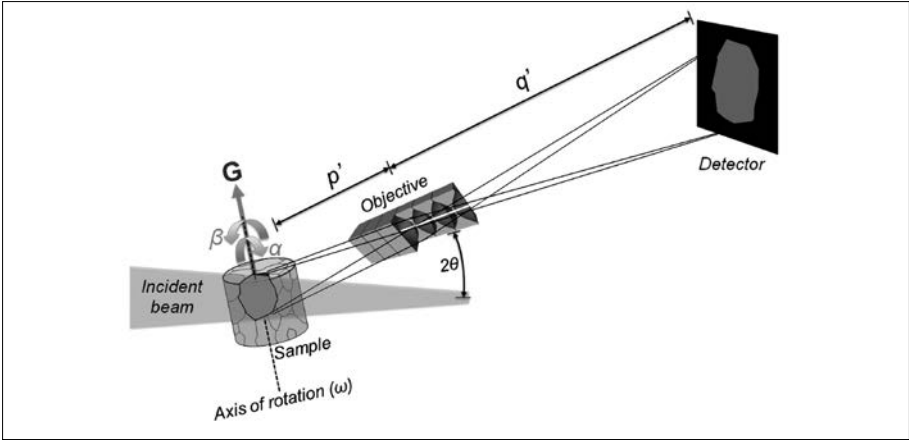
Les altérations du système vasculaire sont importantes dans la pneumonie Covid-19. La **fig. 5** montre le principe de l'imagerie d'un poumon covidé. Sa reconstruction tridimensionnelle est obtenue depuis l'échelle du poumon entier jusqu'à celle du micromètre. Cela permet de visualiser les bronches obstruées, les vaisseaux sanguins occlus – jusqu'au plus petit capillaire et la distorsion des alvéoles d'échange de gaz.

MICROSCOPIE-DIFFRACTION X

Grâce à la grande cohérence de l'ESRF/EBS, le contraste de phase permet à la technique de microscopie X de fournir également une imagerie multi-échelle, et ultimement par diffraction jusqu'à l'échelle de la maille cristallographique.

Plusieurs géométries sont possibles pour l'imagerie : sans lentille interposée entre l'échantillon et détection 2D (mode balayage, ou avec champ) ; le principe est donné sur la **fig. 6**.

Un faisceau monochromatique de rayons X « durs » (15-20 keV) est envoyé sur l'échantillon. Après diffraction par l'échantillon orienté sous différents angles grâce à un goniomètre, on interpose un objectif orientable qui permet de « zoomer » selon la longueur d'onde X en variant la distance échantillon-détecteur.



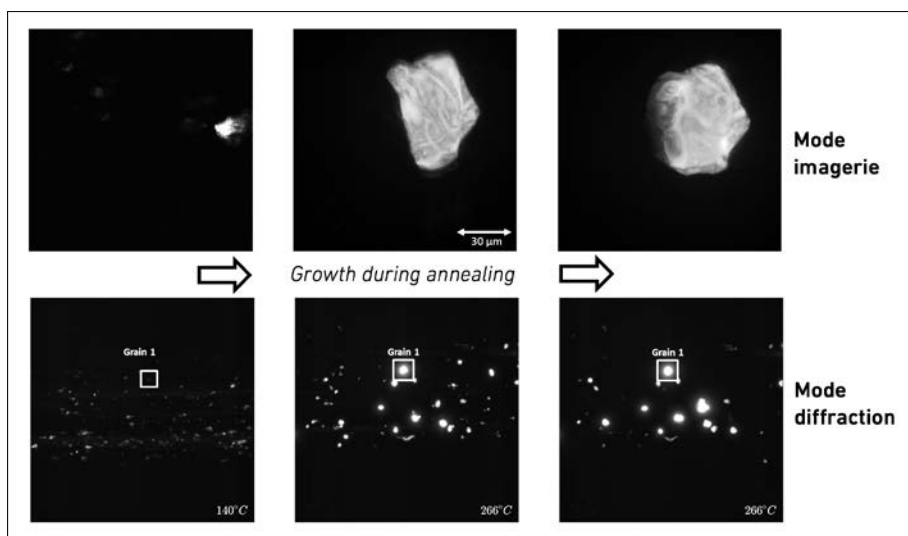
6. Schéma de principe de microscopie en diffraction à l'ESRF/EBS. Source: courtoisie H. Reichert, ESRF.

7. Diffraction microscopie en rayons X durs.

Source: H. Simons *et al.*, *Nat. Comm.* 2015, 6, 6098; *MRS Bull.* 2016, 41, 454.

L'échantillon peut être étudié au sein de différents environnements (ex. d'appareillage: un four). On obtient ainsi un film vidéo 3D *in situ* des changements cristallins (structure, contrainte, orientation), en « switchant » rapidement entre différentes échelles comme montré sur la fig. 7.

Un échantillon millimétrique peut-être visualisé, ainsi que sa microstructure, sa nanostructure et jusque sa maille cristallographique. C'est l'analogue en rayons X de la microscopie électronique par transmission (Tem). Il s'agit d'une première mondiale.



8. Étude *in situ* de la recristallisation d'un alliage Mg-Zn pressé à chaud. Le mode imagerie permet de suivre la croissance lors du recuit d'un seul grain, et le mode diffraction l'ensemble des grains. Source : A. Bucsek *et al.*, en préparation.

Un autre exemple est l'étude, grâce aux rayons X très durs (80 keV) que permet d'obtenir l'ESRF/EBS, d'un alliage Mg-Zn-Ca dans une presse à chaud. Il est possible de suivre *in situ* la recristallisation et la croissance des grains à l'intérieur d'un échantillon millimétrique. Pour cela, on détermine l'orientation et la contrainte de chaque grain individuel dans un échantillon d'une centaine de grains (fig. 8).

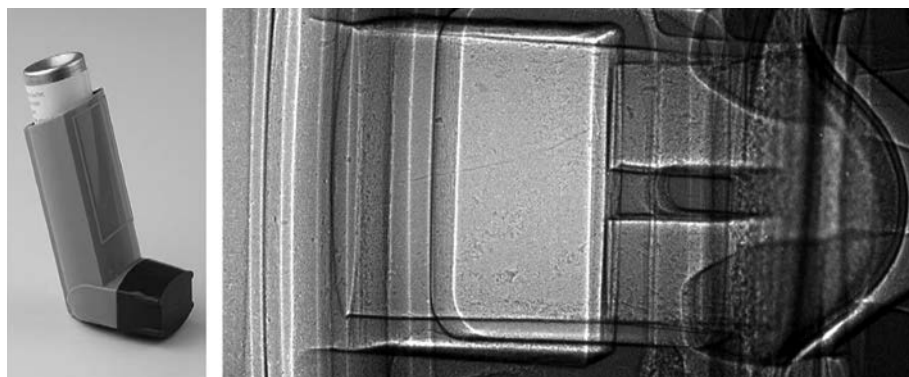
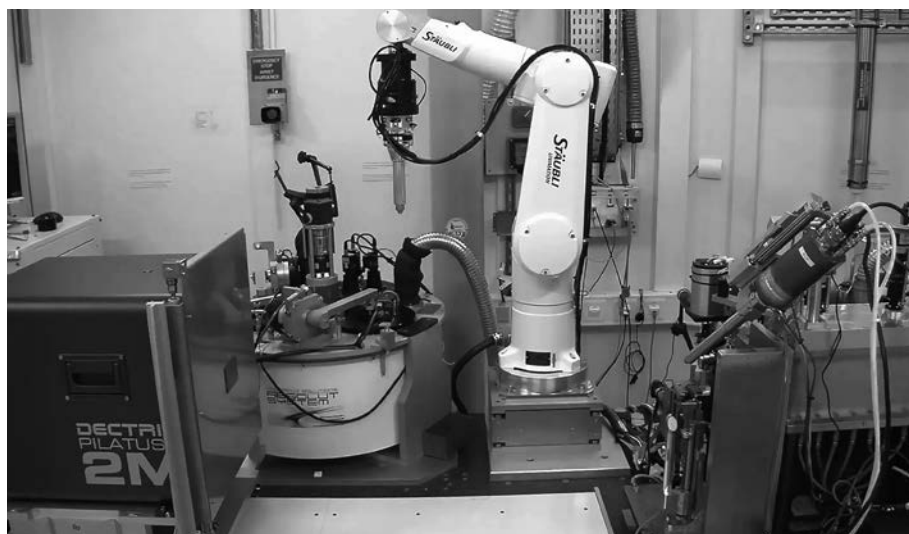
LE NOUVEL ESRF ET L'INDUSTRIE

COMMENT L'ESRF INTERAGIT AVEC L'INDUSTRIE

L'ESRF, dans sa structure initiale et nouvelle (EBS), offre quatre modes de relation aux milieux industriels :

- Des services propriétaires : pour les demandes de faisceau confidentielles, l'ESRF donne un accès rapide et offre ses compétences pour mener tout ou partie des expériences pour le compte de nombreuses entreprises de 35 pays.
- Un accès public : ici, l'industriel rentre dans la même procédure que les laboratoires publics pour l'acceptation du projet (jury de sélection) ; il y a obligation de publier les résultats.
- Transfert de technologies sous licence, fabrication ou conseil par l'ESRF.
- Collaboration et subventions : l'industrie et l'Europe sponsorisent l'ESRF.

L'intérêt pour l'industrie d'utiliser les rayons X synchrotron est dû à la grande pénétration des rayons X « durs » de forte intensité, qui permet d'étudier des objets lors du processus de fabrication (par exemple dans un four) ou dans l'utilisation finale (par exemple des piles, échappement des voitures, etc.).



9. Bras robot versatile pour prélever les échantillons biologiques, et les positionner sur la goniométrie de mesure, elle-même automatisée. Source : courtoisie Edward Mitchell, ESRF.

10. Inhalateur observé au cours de son fonctionnement. Source : courtoisie Edward Mitchell, ESRF.

L'ESRF ET LA DÉCOUVERTE DE MÉDICAMENTS

La diffraction sur des macromolécules biologiques, comme les protéines est un domaine très développé à l'ESRF pour découvrir de nouveaux médicaments. Des firmes pharmaceutiques du monde entier viennent à l'ESRF, pour déterminer, via la détermination des données structurales, leur fonctionnalité. Le **fig. 9** montre la robotisation de positionnement dans le faisceau X et de la mesure : les lignes de lumière automatisées permettent des mesures à haute cadence.

AUTRES APPLICATIONS À LA SANTÉ

Les applications médicales de l'ESRF sont variées, par exemple et parmi bien d'autres, l'étude dynamique d'un inhalateur : le processus d'inhalation peut être suivi en temps réel (**fig. 10**) afin d'améliorer l'efficacité de distribution d'un médicament.



11. Plateforme de caractérisation en micro-nanoélectronique.

12. Centre de compétences sur la tenue des composants électroniques aux irradiations.

Source : courtoisie Edward Mitchell, ESRF.

MICRO- ET NANOÉLECTRONIQUE

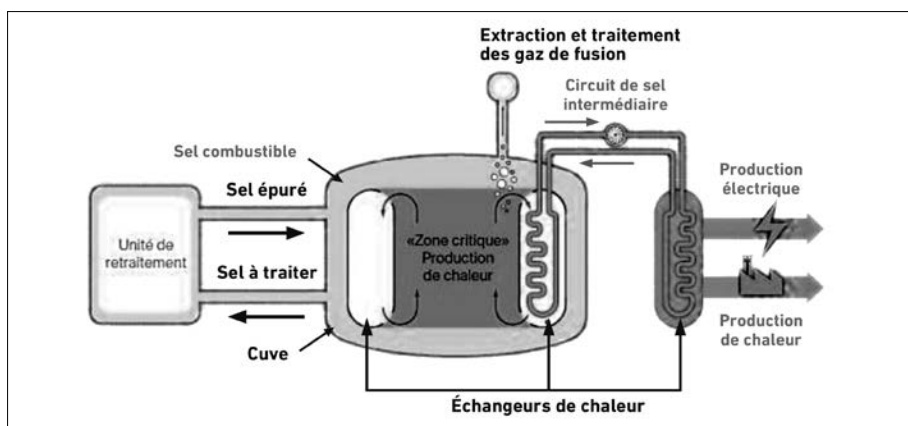
Les grandes installations de recherche, ESRF et ILL, se sont coordonnées avec le CEA et le CNRS (fig. 11) pour :

- développer des moyens pilotés par les besoins des industriels de la micro-électronique du territoire,
- leur offrir un « point d’entrée » unique.

Un second regroupement pour l’industrie, décrit sur la fig. 12, est celui d’un centre de compétence pour étudier l’effet de l’irradiation sur l’électronique.

En effet, des technologies de plus en plus complexes, et des applications de plus en plus diverses, soulèvent des questions sur la fiabilité des composants électroniques.

Nombre de domaines sont impactés, comme l’espace, l’automobile, le médical ou encore les centres de donnée et l’internet des objets. Par exemple, en avionique et espace, l’électronique embarquée dans les satellites et aussi présente dans l’aviation : l’ESRF a ainsi testé les circuits électroniques d’Airbus.



13. Principe de fonctionnement du réacteur à sels fondus. Schéma présenté au Bootcamp d'Avignon (octobre 2021). Source : courtoisie Daniel Heuer.

LE RÉACTEUR NUCLÉAIRE À COMBUSTIBLE LIQUIDE

C'est un apport majeur de Grenoble face au défi climatique.

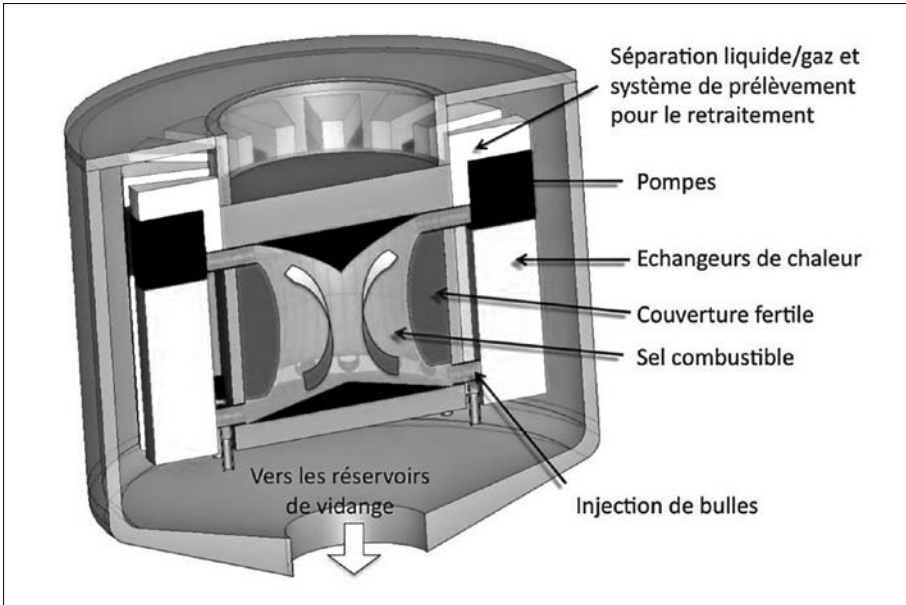
Outre l'ESRF et autres grands instruments, Grenoble est pionnière dans nombre de domaines, dont ici le nucléaire civil. C'est le nouveau nucléaire à combustible liquide qu'avec l'association G2E-Tere, co-crée avec Patrick Criqui, je me suis attaché à suivre et à promouvoir.

CONCEPT ET BREF HISTORIQUE

Les réacteurs nucléaires sont classés en générations au cours du temps. Actuellement les générations 2 et 3 sont en service, la génération suivante (Gen-4) se prépare. Cette dernière prévoit la possibilité de réutiliser le combustible utilisé une fois retraité, d'où peu de déchets résiduels et peu d'extraction de minerai.

Parmi les prototypes possibles en Gen-4, le seul à combustible liquide fait l'objet d'un intérêt croissant. Son schéma (fig. 13) est similaire à celui des réacteurs existants à ceci près, essentiellement, que le caloporteur est un sel liquide à haute température (par exemple sel de cuisine NaCl) avec en son sein le combustible dissous (par exemple U-Pu), le même circulant dans le cœur du réacteur et dans la boucle d'extraction de chaleur.

Le premier prototype à sels fondus date de 1954, aux États-Unis (ORNL) ; l'armée états-unienne prévoyait d'en équiper ses avions bombardiers, projet réussi (le réacteur a fonctionné au sol comme prévu et a permis de développer un matériau adapté aux sels fondus (hastelloy-N)), mais abandonné par les militaires. Dans les deux décennies suivantes, un second prototype, civil cette fois, a également fonctionné à basse puissance avec beaucoup de succès, toujours à ORNL aux États-Unis, puis un projet de haute puissance a été conçu mais n'a pas vu le jour du fait de la concurrence des réacteurs à eau déjà existants.



14. Schéma du cœur du MSFR de référence. Source : D. Heuer, Elsa Merle.

L'intérêt pour les sels fondus a repris à partir des années 1980 au Japon, puis au cours de la décennie suivante en France – d'abord sur un réacteur surrégénérateur (CEA, EDF) ainsi qu'en Russie et Tchéquie. Enfin dans les années 2000, EDF s'est intéressé aux sels fondus comme « brûleur de Pu », et par ailleurs a été créé un réseau européen.

LA RÉFÉRENCE MONDIALE, DE CONCEPTION GRENOBLOISE

C'est alors que Grenoble a joué le rôle majeur, grâce au laboratoire CNRS/LPSC qui en deux décennies, a conçu le MSFR (*Molten Salts Fast Reactor*), de conception simple, intrinsèquement sûr, sa dynamique rapide en puissance, etc. Cette avancée grenobloise majeure est devenue *la* référence tant européenne (programmes EVO, Samofar, puis Samosafer.eu lancé en 2019) que mondiale (Forum GIF-4, gen-4.org).

Une description détaillée des réacteurs à sels fondus par les chercheurs du LPSC est fournie en référence (*Encyclopédie de l'énergie*).

Le schéma de la cuve du réacteur de référence est donné sur la fig. 14 :

- c'est un réacteur régénérateur de $1,4 \text{ GW}_{\text{elec}}$;
- il comprend trois circuits : le circuit combustible dans la cuve réacteur, le circuit intermédiaire faisant circuler le sel de refroidissement et le circuit de conversion pour transformer la chaleur en électricité ;
- l'ensemble est protégé par plusieurs barrières de confinement ;
- le circuit combustible est entièrement confiné dans une cuve sans effort mécanique ou thermique.

LE MSFR ET LE MIX ÉNERGÉTIQUE 2050

Le **tableau 2** présente ce que pourrait être le mix énergétique mondial, si le MSFR à 1,4 GW_{elec} était construit en grande série industrielle. Rappelons à cet égard son acceptabilité sociale : sécurité intrinsèque, fermeture du cycle du combustible donc durabilité millénaire et peu de déchets de « courte période » (le siècle) ; et son acceptabilité économique, de par la simplicité de sa conception.

Hypothèse pour 2050 :

- une demande de 20 Gtep, incluant une amélioration de 50 % de l'efficacité énergétique,
- une division par 2 par rapport à la production d'énergies fossiles de 2000,
- une hypothèse d'équipartition entre nucléaire et énergies renouvelables intermittentes.

Tableau 2. Tentative de répartition de la production d'énergie primaire mondiale en 2050.
Source : Daniel Heuer.

Source [Gtep] Données IEA	Production totale en		Scénario 20 Gtep en 2050	Commentaires
	2000	2017		
Fossile (gaz, pétrole, charbon)	8	11,5	4	Réduction des émissions de CO ₂ si capture et séquestration
Biomasse traditionnelle	1,1	1,4	2	Essentiellement du bois
Hydraulique	0,57	0,92	1,3	Doublement
Nucléaire	0,68	0,61	6,35	Facteur 10 par rapport à 2017
Nouveaux renouvelables (solaire, éolien, biomasse)	0,03	0,47	6,35	Facteur 13,5 par rapport à 2017
Total	10,38	14,9	20	Trajectoire > 20 Gtep

UN MINI-RÉACTEUR À SELS FONDUS D'ICI 2030 ?

Une caractéristique majeure du MSFR est de pouvoir adapter sa conception à différents usages, on peut parler d'un véritable « couteau suisse ». En particulier, sa puissance peut être choisie sur une large gamme, du MW au GW.

La suite décrit un projet de mini-réacteur de quelques MW.

Une start-up française s'est constituée en 2020, Naarea (*Nano Abundant Affordable Resourceful Energy for All*)¹. Elle est dotée d'un conseil scientifique, dans lequel les chercheurs grenoblois jouent un rôle central.

Naarea développe la première source d'énergie décarbonée ultra-compacte, abondante, propre, autonome, compétitive, non intermittente, à partir de déchets industriels existants : le XSMR (*eXtra Small Modular Reactor*).

1. Cf. site internet : Naarea.fr

Il s'agit de la production en grande série de nano-centrales d'énergie, sans prélèvement sur les ressources naturelles, car utilisant comme combustible les réserves existantes de déchets industriels. Cette source d'énergie est non intermittente, de très grande autonomie et d'un coût inférieur à celui des renouvelables intermittents. Le XSMR représente une triple innovation de rupture. D'abord technologique (sels fondus, sécurité intrinsèque, simplicité de fonctionnement). Mais aussi sa petite taille, avec une production modulaire, et sa réactivité face aux défis écologiques et économiques, et enfin par le combustible, les matières radioactives disponibles. Les utilisations visées par Naarea sont variées, avec quatre grands secteurs d'application : les transports terrestres, maritimes et aériens, l'agriculture et l'alimentation, les communautés isolées et les pays en voie de développement et enfin les bâtiments intelligents. ■

REMERCIEMENTS

- Pour les parties sur l'ESRF, l'auteur de cet article tient à remercier très vivement pour leur éclairage et leur aide sur les très récentes et magnifiques avancées de l'imagerie :
 - Harald Reichert, *Director of Research in Physical Sciences* à l'ESRF,
 - Edward Mitchell, *Head of Business Development at ESRF*, qui a montré à l'auteur combien un équipement à la pointe mondiale apporte à l'industrie.
- Pour le MSFR, un électronucléaire de rupture, l'auteur remercie chaleureusement les amis chercheurs grenoblois :
 - Daniel Heuer, directeur de recherche au CNRS/LPSC,
 - Elsa Merle, professeur des universités à Grenoble INP/Phelma et CNRS/IN2P3/LPSC,
 - ainsi que la start-up Naarea et son PDG Jean-Luc Alexandre.

RÉFÉRENCES

1/ Généralités sur le rayonnement synchrotron et l'ESRF

- Belakhovsky Michel, Dossier « Synchrotron X-Rays and condensed Matter », *Académie des Sciences*, t. 9, 2008, n° 5-6.
- Dupuis Gérard, Novion Charles de, Belakhovsky Michel, « La lumière synchrotron, au service de la science et de la société », *Reflets de la physique*, n° 34-35, 2013, p. 4-5. En ligne : www.reflets-delaphysique.fr/articles/refdp/abs/2013/03/refdp201334-35p4/refdp201334-35p4.html
- Belakhovsky Michel, « Histoire et développement des sources de rayonnement synchrotron », *Reflets de la physique*, n° 34-35, 2013, p. 10-11.

2/ Le nouvel ESRF et la science - Le nouvel ESRF et l'industrie

La Newsletter de l'ESRF permet seule de suivre les avancées S&T permises par ce grand instrument unique au monde : www.esrf.fr/UsersAndScience/Publications/Newsletter

3/ Réacteurs nucléaires à combustible liquide

- Merle Elsa, Laureau Axel, Heuer Daniel, « Les réacteurs à sels fondus », *Encyclopédie de l'énergie*, 2020. URL : www.encyclopedie-energie.org/reacteurs-sels-fondus/
N.B. L'*Encyclopédie de l'énergie* est désormais associée à l'*Encyclopédie de l'environnement* – toutes deux créées à Grenoble – au sein d'une même association A3E (www.a3e.fr/).
- Heuer Daniel *et al.*, « Des sels fondus pour la 4^e génération de réacteurs nucléaires ? », *Reflets de la Physique, Revue de la société française de physique*, n° 77 (à paraître, 2023).

4/ Microréacteur : start-up française Naarea, www.naarea.fr

TABLE DES MATIÈRES

Éditorial du président	3
-------------------------------------	---

GILLES-MARIE MOREAU

COMMUNICATIONS

Mythe grenoblois, grands projets scientifiques et défi climatique	6
--	---

MICHEL BELAKHOVSY

Considérations personnelles et « préhistoire » de l'ESRF	6
Positionnement S&T de l'ESRF et du MSFR	6
L'apport à Grenoble de deux grands Français aux grands instruments grenoblois	7
« Préhistoire » de l'ESRF, sa venue à Grenoble	7
Bref historique de l'ESRF	9
Le nouvel ESRF et la science	10
La science à l'ESRF aujourd'hui	10
L'imagerie multi-échelle de gros objets	10
Imagerie multi-échelle d'une batterie	10
Imagerie multi-échelle d'un poumon « Covid »	12
Microscopie-Diffraction X	12
Le nouvel ESRF et l'industrie	14
Comment l'ESRF interagit avec l'industrie	14
L'ESRF et la découverte de médicaments	15
Autres applications à la santé	15
Micro- et nanoélectronique	16

Le réacteur nucléaire à combustible liquide.....	17
Concept et bref historique	17
La référence mondiale, de conception grenobloise	18
Le MSFR et le mix énergétique 2050	19
Un mini-réacteur à sels fondus d'ici 2030 ?	19

Pierre-Alexis Allemand-Dulauron (1741-1819)

Un témoin et un acteur des événements politiques grenoblois de l'Ancien Régime à la Restauration

GRIGORI ZASS

Un notable dauphinois	22
Allemand-Dulauron et la Pré-révolution dauphinoise : un notable engagé	24
La Journée des Tuiles (7 juin 1788) et la convocation de l'Assemblée de Vizille ...	24
L'Assemblée de Vizille (21 juillet 1788) et les derniers États du Dauphiné	25
Allemand-Dulauron et la Révolution française : un notable dans la tourmente	27
Du Directoire à la Restauration	30
Un notable apaisé	30
Un notable rallié à la monarchie	30
L'affaire Didier.....	32

Contributions grenobloises au développement de l'enseignement professionnel.

Seconde partie : 1991-2021

DANIEL BLOCH

Rappel de l'épisode précédent	36
La contre-réforme du baccalauréat professionnel	38
Les campus des métiers et des qualifications	41
Philosopher en lycée professionnel	43

Une utopie balzacienne au cœur du Dauphiné :

***Le Médecin de campagne***

CHRISTIANE MURE-RAVAUD

La genèse du roman	47
L'influence de la Grande Chartreuse	47
Le sujet du <i>Médecin de campagne</i>	47
Le choix des personnages et des lieux	47
Une vision du pays dauphinois	49
Le cadre: la belle nature.....	49
Le crétinisme	49
Les réalités régionales	50
La représentation de Grenoble	52

La religion et la Grande Chartreuse.....	52
La religion.....	52
La Grande Chartreuse.....	53
Voreppe, lieu de l'utopie balzacienne.....	54
L'intérêt de Balzac pour l'économie.....	54
La régénération du bourg et de ses environs.....	55
Critique de l'utopie.....	56
Conclusion.....	57
Jean Jaurès en Isère : enthousiasme et rejet (1899-1910)	58
JEAN-WILLIAM DEREYMEZ	
L'accueil triomphal (11 mai 1899).....	58
Un Jaurès ovationné.....	58
Pourquoi tant d'enthousiasme ?.....	59
1904 : rejet du « fumiste Jaurès » et polémiques.....	61
La réunion de Vizille.....	61
Une Fédération guesdiste.....	63
La scission Zévaès.....	63
De violentes polémiques.....	64
1909-1910 ou le retour à la sérénité.....	65
L'unité socialiste de 1905 et la (lente) remontée des socialistes.....	65
Les retrouvailles avec Jean Jaurès.....	66
6 mars 1910 : Grenoble.....	66
Conclusions.....	67
Biographie et œuvre scientifique de Erwin Félix Lewy-Bertaut (1913-2003), un éminent physicien grenoblois	70
CLAIRE SCHLENKER	
Éléments de biographie.....	70
L'œuvre scientifique.....	78
Histoire d'une amitié : Paul Sauzet et Albert du Boys	84
CHRISTIAN DE POLIGNAC	
La signature retrouvée. À Saint-Vérand, le toilettage de la copie de la <i>Madone Sixtine</i> de Raphaël rend visible une signature jusqu'ici purement hypothétique	90
MICHEL JOLLAND	
Des indications précieuses.....	92
À la recherche d'un copiste nommé S. Zaleski.....	93

Vers un nouveau regard sur Willi Münzenberg ? 94

MICHEL JOLLAND

- D'Erfurt (Allemagne) à Montagne (France)..... 95
- Une tombe riche d'histoire et de mémoire..... 99
- Malmené par l'histoire..... 102

La « Jeanne Hachette frettoise » : Paulette Jacquier-Roux, épouse Séguret, *alias* « Marie-Jeanne » (1918-1975)

1. La résistante..... 106

BERNARD GIACOMELLI

- Lyon, 14 septembre 1944 106
- De Paulette à Marie-Jeanne 109
- Agent de liaison 110
- Franc-Tireur 111
- L'action immédiate : guerrière et agent de renseignement 112
- Le temps des souffrances 115
- Guérillera encore et toujours..... 118

L'édition dans le Dauphiné du XVIII^e siècle à nos jours.

Le cas de Glénat, maison fondée en 1969. L'avenir de l'édition.... 122

JACQUES GLÉNAT

- Qu'est-ce que l'édition et le métier d'éditeur? 122
- Une histoire de l'imprimerie et de l'édition à Grenoble et dans le Dauphiné entre le xv^e et le xix^e siècle 124
 - L'arrivée du livre en Dauphiné..... 124
 - Tour d'horizon du monde de l'édition dauphinoise 125
 - Le cas de Grenoble 128
- L'édition en Dauphiné au xx^e siècle. Le cas des Éditions Glénat..... 130
 - Histoire de la maison Glénat de 1969 à nos jours. Le cas de Grenoble 131
- Conclusion..... 135

L'institution Notre-Dame de Sion de Grenoble : un chantier en temps de guerre (1940-1946)..... 138

MAO TOURMEN

Célébration du bicentenaire du déchiffrement des hiéroglyphes par Jean-François Champollion (14 septembre 1822)..... 146

MARIE-FRANÇOISE BOIS-DELATTE

- Les premiers travaux d'un très jeune académicien..... 148
- Un académicien actif dans le fonctionnement de la Société..... 151

DISCOURS DE RÉCEPTION

**Grenoble sous le Second Empire :
un rapport commandé à l'Académie Delphinale
Précédé de l'éloge du professeur Paul Ozenda..... 154**

MICHEL VACHER

Hommage à Paul Ozenda.....	154
Grenoble sous le Second Empire : un rapport commandé à l'Académie Delphinale.....	156
Grenoble, ville industrielle et universitaire.....	156
Grenoble, place forte.....	157
Arrivée du chemin de fer en 1858.....	158
Commission de la topographie de la Gaule.....	159
L'Académie Delphinale sous le Second Empire.....	160
Commission de travail réunissant deux sociétés savantes.....	161
Antonin Macé de Lépinay.....	162
Les travaux de la commission.....	163

**Réponse du président
au discours de réception de M. Michel Vacher..... 168**

GILLES-MARIE MOREAU

Grenoble, centre international de recherche scientifique..... 172

JACQUES VILLAIN

Louis Néel.....	173
La guerre.....	174
Comment Néel immunisa la flotte française.....	175
De la défaite à la Libération (1940-1944).....	176
Après la guerre.....	177
Néel organisateur.....	177
L'Institut Laue-Langevin.....	178
L'ESRF.....	179
Le SNCI.....	179
Grenoble et les grands instruments.....	179
Souvenirs personnels.....	180
L'héritage de Néel.....	181

**Réponse du président
au discours de réception de M. Jacques Villain..... 184**

GILLES-MARIE MOREAU

**L'œuvre d'art photographiée :
histoire, usage et modernité. L'exemple de la collection
de photographies du XIX^e siècle du musée de Grenoble
Précédé de l'éloge de M. Roger Chaboud-Mollard..... 188**

ISABELLE VARLOTEAUX

Éloge de Roger Chaboud-Mollard.....	188
L'œuvre d'art photographiée au XIX ^e siècle : histoire, usage et modernité. L'exemple de la collection du musée de Grenoble	189
Aux origines de la collection	191
Le recensement du fonds Fantin-Latour.....	192
Les correspondances.....	193
Photographie et gravure : les enjeux.....	194
Dans l'atelier d'Henri Fantin-Latour.....	197
Quelques incunables de la photographie.....	198
Le musée imaginaire du couple Fantin-Latour et Dubourg.....	199

**Réponse du président
au discours de réception de Mme Isabelle Varloteaux..... 202**

GILLES-MARIE MOREAU

**Les cliniques de l'Isère, du XX^e au XXI^e siècle
Précédé de l'éloge du professeur Alain Nemoz..... 208**

OLIVIER ROUX

Éloge d'Alain Nemoz.....	209
Les cliniques privées de l'Isère.....	212
Introduction.....	212
Historique de l'organisation hospitalière française.....	213
Les premiers établissements privés confessionnels (XIX ^e siècle).....	214
Les établissements de soins à l'ère pasteurienne	214
Les premières cliniques orthopédiques privées.....	215
Fin du XIX ^e siècle et première moitié du XX ^e , naissance des cliniques chirurgicales privées, gynécologiques, obstétricales et générales.....	215
Les cliniques de congrégations religieuses	216
L'après-guerre et les années 1950.....	217
Un tournant pour l'hospitalisation, les trois ordonnances de 1958 (réforme loi Debré).....	220
Le temps des contraintes administratives (1972-2016).....	221
Quatre conséquences dans le département de l'Isère.....	222
Conclusion.....	224

**Réponse du président
au discours de réception de M. Olivier Roux..... 226**

GILLES-MARIE MOREAU

Arthur Bordier (1841-1910), anthropologue, directeur de l'école de médecine, républicain <i>Précédé de l'éloge du professeur Constantin Vrousos</i>.....	230
JEAN-LOUIS REYMOND	

Hommage à Monsieur Constantin Vrousos	230
Arthur Bordier, directeur de l'École de médecine de Grenoble (1841-1910)	232
L'anthropologie selon Broca.....	232
Le disciple de Broca.....	234
Arthur Bordier, professeur de géographie médicale.....	234
Le directeur de l'École de médecine de Grenoble (1894-1910).....	235
La Société dauphinoise d'ethnologie et d'anthropologie.....	238
L'homme politique.....	239
Épilogue	240

Réponse du président au discours de réception de M. Jean-Louis Reymond.....	242
GILLES-MARIE MOREAU	

CHRONIQUES DELPHINALES

Le prix Honoré Pallias.....	246
YVES ARMAND	
Moret de Bourchenu, marquis de Valbonnais, précurseur de l'Académie Delphinale	249
YVES ARMAND	
Un promeneur solitaire qui prend des risques.....	251
YVES ARMAND	
Mais où est donc passé Hannibal?.....	253
YVES ARMAND	
La Révolution en Dauphiné.....	255
YVES ARMAND	
Barnave, maire de Grenoble.....	257
YVES ARMAND	
En prenant le fauteuil de la présidence.....	259
YVES ARMAND	

L'Académie et les petits poissons	261
YVES ARMAND	
Le lac Saint-Laurent en Oisans	263
YVES ARMAND	
Les attaques de loup sur l'homme dans le Briançonnais au XVII^e siècle	265
GILLES-MARIE MOREAU	
Rebondissement dans l'affaire de l'urne électorale de l'Académie Delphinale	267
YVES ARMAND	
Majuscule ou minuscule ?	269
GILLES-MARIE MOREAU	
ARC-Nucléart, prix de l'Académie 2021	271
KARINE FROMENT	
Une nouvelle association bienvenue : la Société des amis du Musée dauphinois	273
MARTINE JULLIAN	
Les travaux du docteur André Dénier (1896-1979) dans un musée parisien	274
ANNIE CHIKHI	

BIBLIOGRAPHIE DAUPHINOISE

Industries d'hier à aujourd'hui en Dauphiné.....	278
Fait main. Quand Grenoble gantait le monde	281
L'Isère d'antan.....	283
Les Alpes, pays de la houille blanche.....	283
L'aventure Champollion. Dans le secret des hiéroglyphes.....	284
Une histoire de l'alpinisme.....	284
« On jouait, on s'amusait, on chantait » Paroles et images des enfants d'Izieu (1943-1944).....	284
Écharpé vif.....	285
Les Alpes productives. Renouveler l'industrie alpine pour repenser le futur du massif.....	285

Le génie de l'eau. Aristide Bergès raconté par sa fille.....	285
Les hiéroglyphes avant Champollion. Depuis l'Antiquité classique jusqu'à l'expédition d'Égypte	286
Débuts de l'informatique à Grenoble	286
Lettres à Annette. Annette Dopisy (1963-1971).....	287
L'horlogerie et le décolletage de la vallée de l'Arve se racontent.....	287
Une traversée de siècle. La vie droite du bâtonnier Pierre Guy (1893-1984).....	288
Découvrir un phénomène physique au XIX ^e siècle. Les carnets d'expériences d'Édouard Branly de 1886 à 1891.....	288
Champollion, savant du pharaon.....	289
Les peuples du ski. 10 000 ans d'histoire.....	289
Vivre le cubisme à Moly-Sabata	289
« La grande médaille de la ville de Grenoble ».....	290
Servir ici et ailleurs. Expériences d'un médecin à travers trois continents.....	290
Le musée archéologique du lac de Paladru. Une plongée dans l'histoire.....	290
Une histoire engagée de l'enseignement professionnel de 1984 à nos jours. Du baccalauréat professionnel aux campus des métiers et des qualifications.....	291
Les sept vies d'Adrien Conus.....	291
Catherine Varlin-Winter, résistante, militante, journaliste (1925-2002)	292
Enseigner l'architecture à Grenoble Une histoire, des acteurs, une formation	293
Paul Vallier. La liberté à tout prix.....	293
Théodore Fivel architecte	294
Les écoles à Tullins-Fures et les lois Jules Ferry (1601-1890).....	294
Faire sens au travail aujourd'hui.....	295
Jean-Jules Jusserand, une main tendue vers l'Humanité	295
Les cartes de Chartreuse. Collection des toiles du monastère de la Grande Chartreuse, xvii ^e -xviii ^e siècles	296
Les poètes fantaisistes. Une anthologie.....	297
L'Alpe.....	298
Les vélos de Doisneau.....	298

Les protestants de l'Oisans. La Maison de la propagation de la foi de Grenoble et la vallée vaudoise de Pragela	299
Études drômoises	301
Goût(s). L'art de vie à Grenoble et dans les Alpes	301

VIE DE L'ACADÉMIE

Le site Internet de l'Académie	304
GILLES-MARIE MOREAU	
Rapport d'activité 2022	305
GILLES-MARIE MOREAU	
Séances académiques	305
Célébration du 250 ^e anniversaire	307
Publications en 2022	307
Prix de l'Académie	307
Modification des textes statutaires	307
Élections de membres titulaires	308
Le colloque des 250 ans	309
MARTINE JULLIAN	
Procès-verbaux des Assemblées générales de 2022	313
MARTINE JULLIAN	
Assemblée générale du 29 janvier 2022	313
Rapport moral et bilan d'activités	313
Rapport financier	313
Modalités d'application des textes statutaires	314
Élection des membres du Bureau et du Conseil d'administration	314
Élection de deux membres titulaires	315
Élection de membres associés	315
Assemblée générale du 7 mai 2022	315
Élection d'un membre titulaire	316
Élévation à l'éméritat	316
Élection de cinq membres associés	316
Les 250 ans	317
Questions diverses	317
Procès-verbaux des séances de 2022	318
MARTINE JULLIAN	
Séance du 8 janvier 2022	318

Membres titulaires.....	318
Membres associés.....	318
Invités.....	319
Excusés.....	319
Séance de rentrée solennelle du 29 janvier 2022	319
Membres titulaires.....	319
Membres associés.....	320
Invités.....	320
Excusés.....	320
Séance du 5 février 2022	320
Membres titulaires.....	320
Membres associés.....	321
Invités.....	321
Excusés.....	321
Séance du 5 mars 2022	321
Membres titulaires.....	321
Membres associés.....	321
Invités.....	322
Excusés.....	322
Séance du 21 mars 2022	322
Membres titulaires.....	322
Membres associés.....	322
Invités.....	322
Excusés.....	323
Séance du 2 avril 2022	323
Membres titulaires.....	323
Membres associés.....	323
Invités.....	323
Excusés.....	323
Séance du 11 avril 2022	323
Membres titulaires.....	324
Membres associés.....	324
Excusés.....	324
Séance du 7 mai 2022	324
Membres titulaires.....	325
Membres associés.....	325
Invités.....	325
Excusés.....	325
Séance du 11 juin 2022	325
Membres titulaires.....	326
Membres associés.....	326
Invités.....	326
Excusés.....	326
Séance du 12 septembre 2022	327
Membres titulaires.....	327

Membres associés.....	327
Invités.....	327
Excusés.....	328
Séance du 14 novembre 2022	328
Membres titulaires.....	328
Membres associés.....	329
Invités.....	329
Excusés.....	329
Séance du 3 décembre 2022	329
Membres titulaires.....	330
Membres associés.....	330
Invités.....	330
Excusés.....	330
Chronique nécrologique	331
Georges Dusserre (1928-2021).....	331
Jacques Villain (1934-2022).....	332
Noël Terrot (1935-2022).....	335
Henry Burguburu.....	336
Régine Dereymez.....	336
État de l'Académie Delphinale au 1^{er} février 2023	337
Comité d'honneur.....	337
Bureau.....	337
Conseil d'administration.....	337
Membres de l'Académie Delphinale, membres de l'Institut de France.....	338
Membres émérites.....	338
Membres titulaires rangés par numéro de fauteuil.....	338
Comité de lecture.....	339
Commission du prix.....	339
Lauréats du prix de l'Académie depuis 2015.....	340
Fauteuils actuellement vacants avec le nom du dernier titulaire.....	340