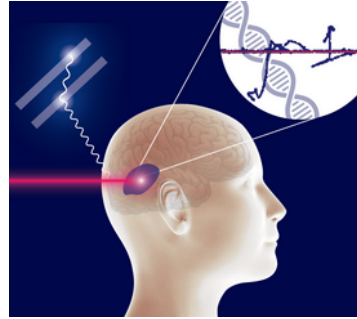


Prospectives INTERDISCIPLINAIRE

- GT 10 : Bio-Santé (PRISME)
- GT 11 : énergie (MATICE)
- GT 12 : DIAM / muographie
- Valorisation



GT10 Santé

Equipe PRISME (groupes PHABIO et RCM)

Prospectives IP2I, juin 2022



Université Claude Bernard



11 recommendations du GT10 IN2P3

1. IN2P3 has today a central **leading role in radiation biology** in France and this level of commitment shall be further developed in the coming years.
2. **Build/strengthen collaboration links with key national or international partners** (CNRS including “GTSanté”, INSERM, IRSN, CEA, RadiotransNet, IBC@FAIR...).
3. The research activities are based on disciplinary expertise spanning from physics and medical physics to mathematics, computing science, chemistry and biology. **Career opportunities are essential to stimulate excellent young scientists.**
4. **Long-term sustain of IN2P3 irradiation platforms** allowing both high level research development and high-quality external users hosting (both academic and private companies).
5. **Challenging opportunities are offered by present and future platforms:** AIFIRA, ARRONAX, CYRCé, GANIL (Interdisciplinary Irradiation Area for CANS and BNCT) and treatment centers (ARCHADE, CAL-Nice, CPO), that should motivate national collaborations.
6. Support and strengthen the major role of IN2P3 teams in the international **Geant4, GATE and Geant4-DNA collaborations.**
7. Contribution to **innovative radiotherapies:** understand underlying mechanisms towards modeling, acquire basic physical, chemical and biological data, develop specific instrumentation and access to research platforms.
8. Besides the current development of **flash-irradiation monitoring**, new strategies for online treatment control are needed, according to the type of irradiation and its time structure. This may include accelerator technology developments (cf GT07).
9. Development of **powerful methods for the production of radioisotopes** such as laser ionization, high-power targets, in collaboration with basic nuclear facilities that show the same needs for the production of radio-isotopes (cf GT02).
10. Contribute to **overcome the present limitations in the performance of PET and SPECT imaging.**
11. Contribute to the **national initiatives of health-data collection and sharing.**

4 recommandations en bref

- **R1** - IN2P3 has today a central leading role in radiation biology in France and this level of commitment shall be further developed in the coming years.
- **R2** - Build/strengthen collaboration links with key national or international partners (CNRS including “GTSanté”, INSERM, IRSN, CEA, RadiotransNet, IBC@FAIR...).
- **R3** - The research activities are based on disciplinary expertise spanning from physics and medical physics to mathematics, computing science, chemistry and biology. Career opportunities are essential to stimulate excellent young scientists.
- **R11** - Contribute to the national initiatives of health-data collection and sharing.
- Nous sommes déjà :
 - impliqués ou leader dans des entités de coordination de la recherche (trop ?)
 - pluridisciplinaires
 - en collaboration avec de nombreuses autres institutions...
 - Attractif de jeunes mais pas de poste permanents
 - Ok pour contribuer à la production et au partage de données utiles pour la santé

Non concernés par 1 recommandation

- R9 Development of powerful methods for the production of radioisotopes such as laser ionization, high-power targets, in collaboration with basic nuclear facilities that show the same needs for the production of radioisotopes (cf GT02).

R7 : Radiothérapies innovantes

Contribution to innovative radiotherapies: understand underlying mechanisms towards modeling, acquire basic physical, chemical and biological data, develop specific instrumentation and access to research platforms.

- C'est la thématique fédératrice du Pôle Santé PRISME
 - Avec les deux volets : expérimentation et modélisation
- Fils conducteurs :
 - Effets des ions sur le vivant
 - Imagerie de contrôle (hadronthérapie, RIV, BNCT...)
- Les thérapies innovantes
 - Hadronthérapie : ion = Faisceau
 - Ions carbone
 - Pertinence des ion hélium (hélium)
 - BNCT (Boron Neutron Capture Therapy) : ion = ions de recul
 - RIV- Alpha (Radiothérapie Interne Vectorisé) : ion = désintégration d'émetteurs alpha
- IRM-LINAC (1.5 Tesla à CHU Lyon-Sud)

Stratégie globale du pôle Santé PRISME

Simulations

- Simulation pour l'imagerie de contrôle et le diagnostic (R8, R10)
- Modélisation multi-échelle pour la radiobio (R6)

Expérimentation

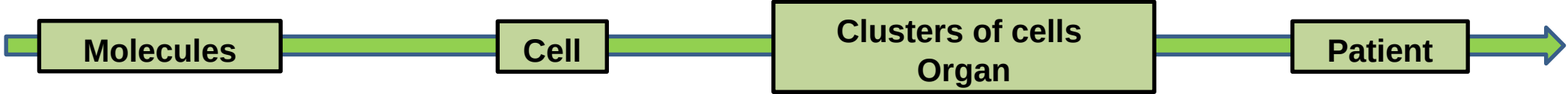
- Données pour les modèles (R6)
- Données pour comprendre (et donc faire évoluer les thérapies et les modèles) (R7)

Instrumentation

- Développement de moyen d'irradiation (R4)
- Protocole et outils de dosimétrie (R5)

- R4 Long-term sustain of IN2P3 **irradiation platforms**
- R5 Challenging opportunities are offered by **present and future platforms that should motivate national collaborations.**
- R6 Support and strengthen the major role of IN2P3 teams in the international **Geant4, GATE and Geant4-DNA collaborations.**
- R7 Contribution to **innovative radiotherapies**: understand underlying mechanisms towards modeling, acquire basic physical, chemical and biological data, develop specific instrumentation and access to research platforms.
- R8 Besides the current development of **flash-irradiation monitoring**, new strategies for online treatment control are needed.
- R10 Contribute to overcome the present limitations in the performance of **PET and SPECT imaging.**

MyLife
Multiscale multidisciplinary modeLing of Irradiation effects on life



Multi-scale physical and biological Dosimetry : Nano Micro Macro

Sub cellular structures
- Damage, Detection, Repair

Evolution of Tumour
- Growing
- Control
- Vascularisation

Elementary processes
- Ionization
- Excitation
- Fragmentation
- Radical production

Cell
- Death, cycle arrest
- Migration /metastases
- Mechanical properties
- Morphology
- Bystander

Healthy tissue
- Complication
- Cancer induction

- Organ motion
- Patient morphology

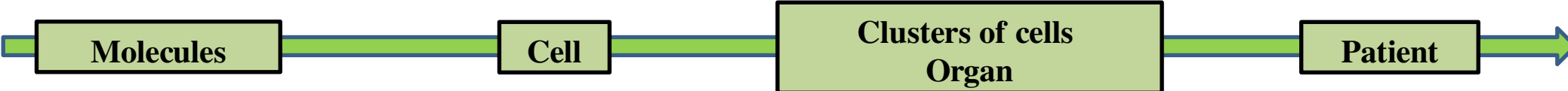
Oxidatif stress and biological reaction



Experimental data for model parameterisation and evaluation
(Phys; Chem, Biolog, Mechan, Geometrical data)

MyLife

Multiscale multidisciplinary modeling of Irradiation effects on life



Multi-scale physical and biological Dosimetry : Nano Micro Macro

TED

Sub cellular structures

- Damage, Detection, Repair

Cell

- Cycle arrest
- Apoptosis /metastases
- Bystand

TCP model

Evolution of Tumour

- Growing
- Control
- Vascularisation

Healthy tissue

- Complication
- Cancer induction

Elementary

- Cross section
- codes
- Radical production

Monte Carlo simulation on LQD/MDM

Phychem, Chem

G4/DNA

GATE

Biomechanical model

Organ motion patient morphology

Experimental data for model parameter and evaluation
(Phys; Chem, Biolog, Mechan, Geometrical data)

Instrumentation / Plateformes d'irradiation

- Proton
 - "Haute énergie" (65 MeV) : CAL Nice
 - "Basse énergie" (3-5 MeV) : RadioGraaff/Alto ; Microfaisceau (LP2I Bordeaux) ?
 - "Energies intermédiaires" (5-25 MeV) : Extension RadioGraaff/Alto
- Hélium
 - Irradiateur alpha à Lyon : en caractérisation
 - <42 MeV : Extension RadioGraaff/Alto
 - 65 MeV : Arronax
 - Conception / Construction d'un dispositif d'irradiation en SOPB
- Carbone
 - "Haute énergie"
 - GANIL
 - Mono énergétique : 100 MeV/n
 - Par dégradation :
 - Construire un dispositif SOBP ?
 - Japon : NIRS
 - CNAO : Accord IN2P3/INSB/CNAO signé le 23 Juin 20022 par R. Pain
 - Archade ? 2027 ?
 - "Basse énergie"
 - GANIL : un "RadioGraaff" sur la ligne SME 13,6 MeV/n ?
 - Japon
- Irradiations Flash
 - Flash irradiation sur RadioGraaff Alto ?

Et pour lancer les réflexions...

- Simulation et informatique
 - Collab. Pôle Santé – labo informatique (CREATIS, LIRIS)
 - Ex 1 : Optimisation des simulations Monte Carlo ou la reconstruction en imagerie
 - Ex 2 : Analyse d'image pour construire des fantômes cellulaires
 - Questionnement : interaction avec la dynamique "calcul" d'IP2I ?
- Simulation : Point commun Energie - Santé
 - Simulations Monte Carlo des processus physiques et physico-chimiques dans l'eau

	Santé	Energie
Eau + soluté	Oxygène / anti-oxydant	pH...
Interface eau/métaux	Nanoparticules métalliques	Acier...

- Questionnement : pertinence de factorisation ?
- Interaction Labrador – Groupe de recherche ?
 - Questionnement : Cartographie à l'échelle cellulaire et sub-cellulaire de radio-éléments alpha ?
- Autres idées de transfert pour la Santé ?
 - Nous sommes à votre écoute

Rapport GT 11 : Energie nucléaire et environnement

En résumé :

Principaux challenges : développer notre expertise sur les enjeux sociétaux liés à l'énergie nucléaire

- ≈ solutions pertinentes aux problèmes majeurs
 - Stockage géologique profond
 - Démantèlement
 - Sûreté des sites ≈ vieillissement/sûreté des réacteurs

Plus fondamental :

- Modélisation des réactions nucléaires
- Meilleure compréhension de la chimie des radionucléides dans les matériaux du nucléaire, aux interfaces et dans l'environnement – Approche expérimentale et théorique

Et également :

- Importance des partenariats entre le monde académique et industriel dans ce domaine ≈ (CEA, IRSN, Framatome)
- Nécessité des liens avec la formation (notamment les L-Pro)
Lpro RD2, Master SYVIC, formations qualifiantes IUT à Lyon 1



2020-2030 French Strategic Plan
for Nuclear Physics, Particle Physics,
Astroparticle Physics,
associated technologies & applications

Report of the GT11 working group

Image: Solzic Milhoud

Nuclear Energy and the Environment

“Facing the present and future nuclear energy challenges”

Authors:

A. Billebaud, S. David, F. Farget, S. Incerti, M. Kerveno, R. Maurice,
N. Moncoffre, G. Montavon

Orientations stratégiques

- Développer une modélisation multi-échelles en combinant approches matériaux et moléculaires
 - Étudier des systèmes de plus en plus complexes
 - Matériaux en conditions extrêmes (irradiation et température)

Outils d'irradiation actuels et futurs : accélérateurs nationaux (d'EMIR&A mais pas que) : JANNuS-Orsay et Tandem de l'IJCLab, JANNuS-Saclay, IRRSUD et SME du GANIL...
+ implanteur 400 kV de l'IP2I installé à IJCLab ?

Objectif envisagé : Développer la thématique en lien avec la radiolyse aux interfaces :
Développer notre expertise en électrochimie \approx mesures électrochimiques *in situ* sous radiolyse qui permettent de suivre les évolutions de surface et les propriétés diélectriques \approx s'équiper en matériel d'électrochimie (potentiostat et électrodes)

Développer notre implication dans les études de modélisation à l'échelle atomique \approx compréhension des modifications induites par l'irradiation et les processus de diffusion des radioéléments (utilisation d'homologues stables)

En lien avec le groupe PRISME :

\approx partager des logiciels communs pour la radiolyse :

Transfert des codes de Monte Carlo développés par le groupe vers Géant DNA

Intérêt pour le groupe MATiCE pour la simulation des effets de radiolyse aux interfaces

} A discuter

Installations

- La création d'une infrastructure de recherche (IR) commune entre l'IN2P3 et l'INC pour la manipulation et l'étude des matières radioactives –



- une demande de PEPR autour de la thématique radiochimie-radiolyse est lancée par le CNRS et le CEA : **PEPR RACyNE** (*Radiochimie et Radiations dans le Cycle Nucléaire et l'Environnement*)
C'est un PEPR exploratoire du 3ème vague, budget estimé autour de 40-50 M€, durée de 8 à 10 ans : On participe au montage du projet – 1^{ère} réunion le 21 juillet (S. David est pilote pour l'IN2P3)

Mots clés : Chimie de base des actinides et **physicochimie**, Amont du cycle, **Chimie du traitement du combustible usé**, radiolyse, chimie sous rayonnement, radiochimie

- Le maintien (performances et moyens humains) des plateformes d'irradiation et des instruments de caractérisation propres à l'IN2P3 et indispensables à la thématique
☞ **FR/IR EMIR&A** (réseau national d'accélérateurs d'irradiation et d'analyse de molécules et matériaux + instrumentations *in situ*)

Structuration / Mise en réseau / Interactions

- Le maintien et le soutien d'outils structurants la thématique au niveau national :
 - **GDR SciNEE** (Sciences Nucléaires pour l'Energie et l'Environnement) :
 - **renouvellement probable en 2023 – Animation scientifique**
- Le soutien de l'IN2P3 au programme **NEEDS** (Nucléaire, Energie, Environnement, Déchets et Société) ou, à plus long terme, à une autre structure assurant à la fois le financement des projets et la mobilisation des partenaires
 - ⌘ Il est important de soumettre des projets NEEDS annuellement



Maintenir un lien fort avec les acteurs de l'énergie nucléaire : oui – important dans le futur – enjeux de société

S'assurer d'une présence institutionnelle de l'IN2P3 dans les différentes structures de pilotage de la recherche sur l'énergie nucléaire, CNE (Comité National d'Evaluation), CSFN (Comité Stratégique de la Filière nucléaire), I2EN (Institut International de l'Energie Nucléaire), ANCRE (Alliance nationale de coordination de la recherche pour l'énergie)

Être présents en tant qu'experts académiques (CLI, Conseils scientifiques, groupe permanent de l'ASN,...)

Mener des actions de communication sur l'énergie nucléaire en direction des citoyens : Oui !

GT12 – Applications associées : géosciences, système solaire et milieu interstellaire

Sébastien Incerti

Berrie Giebels (IN2P3), Olivier Drapier (CSI, LLR), Marin Chabot (IPNO), Jean Duprat (CSNSM), Véronique Van Elewyck (APC)

February, 6th, 2020 @IPHC

14:05 – 15:20 **Thème 1 : Instrumentation et méthodes : de la physique des (astro)particules aux sciences de la Terre**

Président de session: Olivier Drapier (LLR)

14:05 **Instrumentation IN2P3 pour les sciences de la Terre**

Orateur: Vincent Breton (CNRS-IN2P3)

14:20 **Tomographie muonique**

Orateur: Jacques MARTEAU (IPNL-UCBL)

14:40 **Infrastructure sous-marine KM3NeT et tomographie neutrino**

Orateur: paschal coyle (centre de physique des particules de marseille)

14:55 **Ondes gravitationnelles et détection des séismes**

Orateur: Matteo BARSUGLIA (AstroParticule et Cosmologie)

15:20 – 16:40 **Thème 2 : Géosciences**

Président de session: Véronique Van Elewyck (IPN Orsay IN2P3/CNRS - Univ. Paris Sud 11, France)

15:20 **L'origine des éléments volatils légers terrestres, la contribution de l'implantation du vent solaire aux planètes primitives**

Orateur: Manuel Moreira

15:35 **Des standards par implantation de gaz rares pour les géosciences**

Orateur: Laurent Zimmermann (CRPG)

15:50 **Xenon, Krypton, ultra-traces**

Orateur: Denis Horlait (ICSM/LIME)

16:10 **Géosciences atmosphériques**

Orateur: Michel Farizon

16:40 – 17:35 **Thème 3 : Micro-météorites et matière extra-terrestre proche**

Président de session: Marin Chabot (Institut de physique Nucléaire d'Orsay)

16:40 **Analyse de matière extra-terrestre**

Orateur: Jean Duprat (CSNSM)

17:05 **Flux de matière sur Terre avec LSST**

Orateur: marc moniez (LAL-IN2P3)

17:50 – 18:50 **Thème 4 : Rayonnement cosmique**

Président de session: Jean Duprat (CSNSM)

17:50 **Irradiation Interstellaire**

Orateur: Marin Chabot (Institut de physique Nucléaire d'Orsay)

18:15 **Propagation des rayons cosmiques**

Orateur: Stefano Gabici

Prospectives GT12

Science driver 1: Probe planet Earth with particles and gravitation

- Muon tomography and its applications
- Neutrino tomography of the inner Earth
- Environmental monitoring in the Mediterranean Sea
- *Prospectives on the use of gravitational signals for geosciences*

Science driver 2: Study swift ions interactions with matter in interstellar medium and interplanetary space

- Origin and interaction of CRs in interstellar space
- Origin interstellar and interplanetary matter (mass spectrometry, simulation on accelerators)
- Origin of terrestrial atmosphere (noble gaz mass spectrometry)
- Origin and flux of the extra-terrestrial dust on Earth

Current structuration at national level

IN2P3

~ 25 permanent researchers/engineers

Program AMEA:

Atmospheric Muons for Earth tomography and Archeology

IP2I Lyon (J. Marteau)
LPC (C. Carloganu)
APC (A. Tonazzo)
LAPP (Y. Karyotakis)
...

Program NMFU:

Nuclei and Matter Formation in the Universe

IJCLab
APC
CENBG
Ganil
IP2I Lyon
...

Main collaboration

INSU

Astronomie et Astrophysique
(DAS G. Perrin)

Terre Solide
(DAS S. Guillot)

Océans Atmosphère
(DAS B. Blanke)

...+ many international collaborations

INSHS

CEA

INP

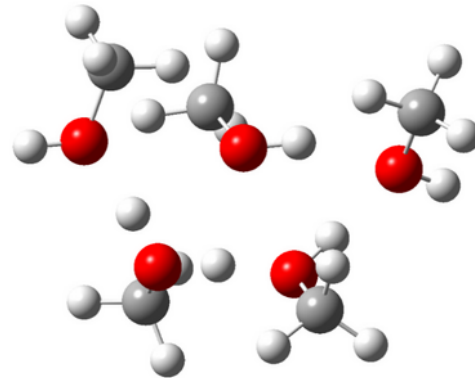
INC

Institut Curie

La science sur DIAM

Problématique des projets scientifiques sur DIAM

- Etudier la thermalisation dans des petits agrégats moléculaires isolés en phase gazeuse
- Observer quantitativement la relaxation post-collisionnelle de petits agrégats moléculaires



L'enjeu des petits agrégats moléculaires :

- D'un point de vue fondamental, un système quantique constitué de deux types de liaisons : liaisons intramoléculaires et liaisons intermoléculaires
- Sciences de l'atmosphère/environnement
- Astrophysique de laboratoire

Perspectives and future directions

SD 1: Science questions

- Probing Earth interior through innovative imaging techniques
- Long-term, multi-parameter marine environmental monitoring
- Novel techniques for environmental hazard monitoring

Recommendation 1: Encourage structuration of the communities

- International Research Network on Muons (+ neutrinos ?)
- Participation to CNRS Ocean Taskforce: strengthen link with other institutes

Recommendation 2: Support instrumental developments (synergies GT 7, 8, 10)

- Muography in different scientific and industrial contexts
- Spin-off instrumental developments in mainstream IN2P3 projects

SD 2: Science questions

- Origin of cosmic rays
- Origin of organic matter in interstellar and planetary environment
- Origin of Earth and planetary atmospheres

- Link with INSU Programmes Nationaux
- CEA, CNES, MNHN, ...

- Support dedicated experiments: (IP2I, IJCLab, CENBG,...)
- Develop irradiation facilities at GANIL, IJCLab, international...

Prospectives GT 12 @IP2I

Exemples de questions ouvertes :

- *Synergie avec l'astrophysique nucléaire ?*
- *Synergie avec l'environnement ? Quel axe pour pérenniser DIAM post-LIO ?*
- *Structuration interdisciplinaire IN2P3-INSU autour des sciences de la Terre ?*