

Conclusions : Roadmap de la physique ISOL en France et en Europe

Rapport pour le Conseil Scientifique de l'IN2P3 des 26 et 27 octobre 2017 « Physique nucléaire de basse énergie sur les installations de type ISOL – les propriétés fondamentales du noyau.

Rédacteur : H. Savajols, GANIL, 27 septembre 2017. Source principale : Document stratégique ISOL-France – septembre 2017.

Introduction

La discussion ci-dessous tente de donner des pistes de réflexions pour la communauté française « ISOL basse énergie » sur les stratégies possibles concernant son investissement sur des installations nationales et des programmes à poursuivre sur des installations internationales.

En préambule, nous rappelons que la communauté française dispose à l'heure actuelle de deux machines ISOL de production de faisceaux de noyaux radioactifs à basse énergie : SPIRAL1 et ALTO, auxquelles s'ajoutera dans un futur proche S³-LEB. Cependant, nous rappelons de façon insistante que la bonne utilisation de ces faisceaux nécessite de disposer de salles d'expériences permettant de développer tout un ensemble de techniques expérimentales complémentaires (β -decay, spectroscopie laser, spectroscopie par pièges...). L'exemple de référence est l'installation ISOLDE et son évolution sur les 30 dernières années.

1. SPIRAL1 permet d'accéder aux noyaux légers par fragmentation de la cible ou du projectile. A l'heure actuelle la salle d'expérience LIRAT est très limitée mais un aménagement du couloir amenant à la « salle aux piliers » du GANIL permettrait de réaliser un programme plus vaste d'expériences de type ISOL.
2. ALTO permet d'accéder aux noyaux riches en neutrons de masse intermédiaire par photofission d'actinides. La puissance du faisceau primaire dans la cible étant limitée à 500 W, le taux de fissions par seconde est actuellement de 10^{11} . Le but de la communauté était d'exploiter cette machine en attendant la phase 2 de SPIRAL2 conçue pour offrir des taux de

fissions de deux ordres de grandeur supérieurs ($>10^{13}$ f/s). L'espace disponible dans la salle d'expérience alimentée par le séparateur de masse est très contraint mais permet néanmoins l'exploitation actuelle de trois lignes de faisceaux, avec leur instrumentation dédiée, et trois autres sont en chantier. Une étude récente montre qu'une extension de la surface de cette salle par un facteur 5 ne présenterait aucune difficulté technique.

3. SPIRAL2-S³ : cet équipement qui délivrera ses premiers faisceaux en 2020 permettra d'avoir accès aux noyaux déficients en neutrons via des réactions de fusion-évaporation. La salle S³ accueillera des équipements permettant de développer un programme de physique type ISOL (S³-LEB) mais, comme pour LIRAT/SPIRAL1 et ALTO, la place est limitée et ne permet d'installer que quelques dispositifs expérimentaux.

En parallèle à ces outils de production, la communauté a obtenu en 2011 un financement EQUIPEX afin de construire au GANIL un hall expérimental ambitieux, DESIR, permettant d'exploiter l'ensemble des faisceaux de basse énergie produits par SPIRAL1, S³ et le futur SPIRAL2-phase2. Ce projet, retardé à de nombreuses reprises, vient de faire l'objet d'un appel d'offre pour l'étude et la construction de l'installation (juillet 2017). Sa mise en service est prévue pour 2023 avec les premières expériences en 2024..

Stratégies à cours/moyen et long terme

Scénario 1 :

La feuille de route est celle amenant à la phase2 de SPIRAL2 telle que défini en 2006 dont la communauté a réaffirmé la plus haute priorité lors des discussions GANIL2025 qui ont eu lieu en 2015. Ce développement permettra le développement d'une installation de tout premier plan qui offrira des possibilités uniques et de leadership pour la communauté française de physique nucléaire ISOL basse énergie.

Etant donné le poids relatif des communautés mises en jeu, en attendant de disposer de noyaux riches en neutrons de masse intermédiaire au GANIL, il est important à court et moyen terme de:

- Continuer à développer la capacité de produire des faisceaux radioactifs avec SPIRAL1,
- consolider le programme scientifique d'ALTO avec les instruments actuels,
- exploiter le potentiel unique de S³-LEB,
- assurer la mise en service de DESIR en 2023 pour accueillir dans un premier temps les faisceaux de SPIRAL1 et S³-LEB et ensuite les faisceaux de la phase 2.

Ce scénario ouvre également des perspectives uniques avec la (post-)accélération par le cyclotron CIME des faisceaux radioactifs (avec pour certains des intensités uniques au monde) vers l'ensemble des salles d'expérience actuelles du GANIL déjà dotées de spectromètres et détecteurs performants (VAMOS, Exogam2, LISE, INDRA-FAZIA, ACTAR/TPC,...). L'utilisation des installations existantes correspond ainsi à la meilleure optimisation du projet complet.

Scénario 2 :

Ce scénario privilégie l'émergence la plus rapide possible d'une installation mono site au GANIL permettant de disposer de toute la palette des faisceaux alimentant les trois grande régions de masses d'intérêt :

- (a) noyaux riches en neutrons de masse intermédiaire (incluant les produits de fission),
- (b) noyaux légers riches et déficients en neutrons,
- (c) les noyaux déficients en neutrons de masses intermédiaires et les noyaux lourds et super-lourds.

et ainsi couvrir l'ensemble des besoins de la communauté ISOL française. Pour parvenir à cet objectif, les performances pour la production de noyaux riches en neutrons seraient néanmoins revues à la baisse par rapport à la phase 2 de SPIRAL2 (taux de fission par seconde) afin de minimiser le coût de l'installation et les délais de construction tout en gardant un programme scientifique attractif. Ce scénario permet à DESIR de se développer avec des faisceaux exotiques couvrants les trois régions de masses.

Les solutions qui pourraient être envisagées sont :

- Une modification de la salle de production SPIRAL1 pour pouvoir y injecter un faisceau d'électrons et faire de la photofission avec une cible UCx avec des taux supérieurs à ceux disponibles à ALTO.
- L'utilisation des faisceaux légers des cyclotrons du GANIL existant dans la casemate SPIRAL1 avec une cible UCx. Une étude préliminaire dans le cadre de GANIL 2025 a montré que cette solution était particulièrement compétitive pour certains des faisceaux les plus exotiques.
- L'utilisation des faisceaux du LINAC de SPIRAL2 dans la casemate SPIRAL1 avec une cible UCx. Cette option a l'avantage d'utiliser le LINAC de SPIRAL2 conçu explicitement pour produire des fragments de fissions mais à des intensités moindres que la phase 2.

Le déploiement de ce scénario nécessite à court et moyen terme de:

- continuer à développer la capacité de produire des faisceaux radioactifs avec SPIRAL1,
- consolider le programme scientifique de ALTO sur des programmes précis en attendant la disponibilité de ces faisceaux ;
- exploiter le potentiel unique de S³-LEB ;
- lancer la construction de DESIR pour une mise en service en 2023 pour accueillir dans un premier temps les faisceaux de SPIRAL1 et S³-LEB et ensuite les faisceaux riches en neutron ;
- Lancer des études complémentaires pour consolider les solutions techniques pour la production de fragments de fission avec la casemate SPIRAL1.

Ce scénario est plus limité en termes de perspectives de (post-)accélération par le cyclotron CIME des faisceaux radioactifs riches en neutron de très hautes intensités vers l'ensemble des salles d'expériences actuelles du GANIL que le scénario précédent.

Scénario 3

Ce scénario s'inscrit dans le cas où les moyens de construire une installation mono-site multi-faisceaux ISOL ambitieuse au GANIL (incluant les fragments de fission) ne pourraient pas être réunis : soit à jamais, soit à temps pour en faire une installation compétitive dans le contexte tendu d'émergence de projets similaires ailleurs en Europe et dans le monde. Dans ce scénario, il conviendrait de privilégier le déploiement d'une plateforme multi-sites : French ISOL Distributed Facility: reposant sur trois sites complémentaires en termes (1) de physique, (2) de détecteurs et (3) de régions de masse accessibles: S³-LEB, DESIR, ALTO.

La réalisation d'un tel scénario nécessite une consolidation des ressources humaines et financières actuelles sur ces 3 sites pour en faire des plateformes de tout premier plan dans nos domaines d'excellence :

- ➔ S³-LEB spécialisation noyaux N=Z lourds et SHE ;
- ➔ DESIR spécialisation mesures de précision et interaction faible avec les faisceaux de S³-LEB et SPIRAL1;

Il est important dans ce cadre de terminer la phase 1 de SPIRAL2 avec les intensités pertinentes prévues avec l'injecteur A/Q=7 qui sont nécessaires pour augmenter la compétitivité des programmes de recherche avec S³ et DESIR.

- ➔ ALTO sur les riches en neutrons avec extension du hall d'expériences pour permettre la meilleure utilisation des dispositifs expérimentaux en cours de développement et pour lesquels le hall d'expérience actuel n'est pas adapté.

Un des désavantages majeurs liés à ce scénario est l'absence de perspectives sur la post-accélération par le cyclotron CIME des faisceaux radioactifs riches en neutron vers l'ensemble des salles d'expériences actuelles du GANIL, entaillant significativement le programme scientifique initialement prévu pour SPIRAL2.

Le calendrier présenté ci-dessous montre les échéances des différentes étapes du déploiement du scénario 3.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
ALTO	Operational		Polarex + LINO operational		larger experimental hall?			
SPIRAL 1 upgrade	Commissioning	First experiments	... beams at LIRAT Continuous target and ion source R&D ...			beams to DESIR
S3-LEB	Off-line tests at LPC Caen		Installation at S3	S3-LEB first experiments				beams to DESIR
DESIR				Construction	Building ready			First experiments
Injecteur A/Q=7	APS		APD	Construction	Construction	Construction	Construction	

Dans le futur, ce scénario pourra évoluer vers les scénarii 1 ou 2 si les moyens pour développer les fragments de fission au GANIL sont réunis.

Activités hors de France

Les programmes scientifiques à l'étranger s'effectuent dans le cadre de projets où les équipes sont leaders au niveau international, sur des sujets phares, complémentaires de ceux réalisés en France et qui peuvent être réalisés dans de meilleures conditions expérimentales à l'extérieur du fait par exemple de taux de production de plusieurs ordres de grandeur plus importants qu'en France actuellement (en particulier à ISOLDE ou TRIUMF). Il faut également souligner que certaines activités auprès d'installations à l'étranger susmentionnées contribuent également aux développements de l'instrumentation et des programmes scientifiques futurs auprès de GANIL-SPIRAL2 et ALTO. Pour toutes ces raisons, ces projets doivent continuer à être soutenus.

Organisation de la communauté pour répondre à ces objectifs

La communauté française des scientifiques qui se reconnaissent dans la physique nucléaire ISOL basse énergie est importante et dynamique (vois section 6). A l'IN2P3, cette communauté est

répartie dans les laboratoires GANIL, CENBG, IPNO, LPC Caen, CSNSM, IPHC, LPSC et SUBATECH. Récemment l'IRFU/CEA a rejoint cette thématique avec notamment son implication dans la ligne basse énergie de S³.

Les programmes de recherches reposent actuellement sur l'utilisation de plateformes nationales en cours d'exploitation (SPIRAL1 et ALTO) et des activités hors de France dans le cas où les équipes sont leaders au niveau international, sur des projets phares, complémentaires de ceux menés en France.

Par ailleurs, les laboratoires sont fortement impliqués dans le développement des futures plateformes françaises (ALTO, S³-LEB et DESIR) avec d'une part un leadership dans les programmes scientifiques à venir et d'autre part le développement d'une instrumentation de pointe.

L'animation de cette communauté scientifique s'effectue à travers l'organisation de workshops, séminaires et conférences (Colloque GANIL, GANIL-SPIRAL2 week, Isol-France meeting,...) et est actuellement historiquement structurée autour des projets (ex : DESIR, S³-LEB, ALTO, ...).

Afin de répondre aux objectifs ambitieux présentés dans ce document, nous proposons un certain nombre d'actions pour une meilleure coordination et organisation de la communauté française au sein de la structure ISOL France créée en Mars 2017. Cette dernière a pour objectif d'échanger, lors de réunions annuelles, sur les programmes scientifiques, les développements techniques et de fédérer les équipes de recherche à l'échelle nationale.

De manière à assurer une adéquation entre les programmes scientifiques, les développements de faisceaux radioactifs auprès des plateformes et la disponibilité d'une instrumentation adaptée, nous proposons :

1. la constitution au sein de la communauté ISOL France d'un comité de coordination des programmes scientifiques et pour l'instrumentation et la R&D.
2. la valorisation du master projet existant « ions radioactifs » pour le développement et la R&D des faisceaux par la méthode ISOL sur les plateformes.

La communauté ISOL France contribuera au sein du Groupement de Recherche (GDR) RESANET "Réactions, Structure et Astrophysique Nucléaire: Expériences et Théories" à consolider et à accroître l'expertise de la communauté française dans la compréhension des propriétés complexe du noyau et de la matière nucléaire.

Ressources et moyens

Scénario 1 : SPIRAL2-Phase2

Le budget d'investissement pour la construction de SPIRAL2 Phase2 est basée sur le retour d'expérience de la construction des batiments de SPIRAL2 et de pré-études déjà réalisées pour ce projet (estimation faite en 2011), il comprend :

- Maîtrise d'oeuvre phase étude hors procédé : 3,5 M€
- Maîtrise d'oeuvre phase réalisation hors procédé : 2,9 M€
- Assistance à maitrise ouvrage : 2 M€
- Assistance à maitrise d'oeuvre (module production) : 1,5 M€
- Assistance à maitrise d'ouvrage pour l'étude des raccordements : 0,5 M€
- Etudes surétés : 2 M€
- Bâtiments : 38 M€
- Procédés module de productions: 18 M€
- Séparateur de haute résolution et RFQ : 2 M€
- Ligne faisceaux connectant le LINAC au batiment de production : 2 M€
- Ligne faisceaux batiment de production-DESIR : 1,6 M€
- Gestion des accès (UBA,UGB,TCR) : 1,5 M€
- Raccordements : 4,5 M€
- Mise à niveau de l'installation GANIL pour accueillir les faisceaux de SPIRAL2 : 5 M€

Total (coûts 2011) : 85 M€ auquel il faut ajouter 20 % d'aléas (17 M€)

Total budget investissement (2011): 102 M€

Ce budget doit être réactualisé pour tenir compte de l'évolution de l'indice de construction (environ 2,5%/an).

Ces estimations sont très approximatives et devons être consolidées si les conditions sont réunies pour lancer ce projet dans le futur. Cette estimation devra s'accompagner d'une évaluation des ressources humaines nécessaires pour mener à bien ce projet.

Pour compléter le budget et les ressources du scénario 1, il faut y ajouter les estimations faites pour le scénario 3.

Scénario 2 : Fragments de fission casemate SPIRAL1 au GANIL

A l'heure actuelle seule une estimation très préliminaire de l'utilisation des faisceaux légers des cyclotrons du GANIL existant dans la casemate SPIRAL1 avec une cible UCx a été réalisée dans le cadre de GANIL 2025.

Le budget d'investissement estimé dans ce cadre est de l'ordre de 19,4 M€. Il comprend :

- La modification des infrastructures existantes, 10 M€
 - Modification de la ventilation nucléaire : 4 M€
 - Manutention, stockage et management des cibles UCx : 4 M€
 - Modification relatives à l'accélération de faisceaux légers dans les CSS : 1 M€
 - Servitudes associées : 1 M€
- L'assistance à maîtrise d'oeuvre : 2,4 M€
- le développement d'ensembles cible source dédiés : 3 M€
- un système de purification et sélection des noyaux produits : 2 M€
- Aléas : 2 M€

Ressources humaines nécessaires autres que GANIL : 16 ETP (1,2 M€).

La durée du projet est estimée à : 6 ans (étude 1 an, construction 3 ans, dossier d'autorisation et démarrage d'installation: 4,5 ans). Il est à préciser que l'obtention du permis de construire se fait pendant l'instruction du dossier d'autorisation.

Pour compléter le budget et les ressources du scénario 2, il faut y ajouter les estimations faites pour le scénario 3.

Scénario 3

ALTO

Phase 2 « terra incognita » :

- financement obtenu par le labex P2IO : 349 k€
- financement sur ressources propres du laboratoire : 200 k€
- financement obtenu par la région Iles de France : 580 k€

Il manquerait actuellement 35 k€ pour financer cette phase.

Phase 3 « PALTO » : option d'une extension de 100 m² de la salle 110 d'ALTO

- Coût total 1 M€ incluant infrastructure, sécurité et lignes de faisceau. Contribution CPER Plan Vallée >50% probable.

Besoins :

Les ressources humaines pour l'exploitation, la R&D faisceaux ISOL et le soutien technique sont actuellement Tandem + ISOL: 10 ETP ITA (1,5 IR, 0,5 AI, 7 opérateurs et 1 AI séparateurs).

Les besoins pour le groupe ISOL sont :

- Exploitation : 1,5 ETP AI (dont 1 ETP préparation ECS, 0,5 ETP préparation cibles)
- R&D : 1 IR matériaux (demandé en CDD cette année) ; 1 IR simulation et réalisations sources ; 0.5 ETP (même personne que le 0.5 ETP ci-dessus) : préparation et caractérisation d'échantillons.

→ total besoins ISOL : 2 IR ; 2 AI

Les besoins globaux, machine Tandem + ISOL, impactant le fonctionnement ISOL :

- 1 IE électromécanicien, dont une partie du travail serait sur le séparateur
- 1 AI opérateur
-

Les besoins en ressources humaines sont estimés à 6 ETP.

Temps faisceau total délivré Tandem + ISOL pour l'année de référence 2015 (avant perte des personnels) : 4500 h dont 3800 h sur cibles, une trentaine d'expériences

Temps faisceau ISOL disponible si les besoins en personnels exprimés ci-dessus sont alloués à ALTO : 1344 h soit 30% du temps de faisceau total de l'installation.

Les besoins en coût de fonctionnement de ALTO-ISOL sont de 100k€ mensuel, incluant 40 k€ pour 2 ensemble cible-source par an, fluides, maintenance et infrastructure. En régime nominal ALTO prévoit de fonctionner 8 semaines par an.

GANIL-SPIRAL2

S³-LEB

Le budget d'investissement pour la construction de S³ (système cibles, séparateur spectromètre et détection au plan focal) est de 14 M€. Ce projet est financé par un EQUIPEX S³, le CEA, le CNRS, les collectivités locales, l'union européenne et des partenaires étrangers.

Statut : En cours de construction et d'installation. L'ensemble des équipements seront installés et testés pour T4 2019.

L'achèvement du projet S³ en temps et en heure requiert 30 ETP (2017-2019) pour la plupart du GANIL et des laboratoires partenaires. Les principaux risques de délais sont liés aux conflits de ressources éventuels avec la fin de construction et le démarrage de SPIRAL2 qui est actuellement prioritaire au GANIL.

Le budget d'investissement pour la ligne basse énergie (S³-LEB) est de 1,01 M€ financé par une ANR REGLIS3, KU Leuven et le CNRS. A ce chiffre s'ajoute des contributions in-kinds pour un

montant de 1,7 M€ financé par le GANIL et des partenaires étrangers (KU Leuven, Université de Mainz et Université de JYFL).

Le nombre de ETP impliqué dans la réalisation de la ligne basse énergie est de 40 ETP (2015-2019) dont 35 ETP provenant des laboratoires Français.

Besoins :

Afin de terminer la ligne basse énergie de S³ pour la réalisation des premières expériences, un budget de 90 k€ est nécessaire pour la construction d'un quadripole radiofréquence (RFQ) et d'un filtre de masse quadripolaire (QMF). Cette demande de financement a été faite dans le cadre du Master projet S³-Faisceaux 2017-2019.

Le coût de fonctionnement de S³ en régime nominal est 95 k€ mensuel (Electricité, fluides, maintenance et consommables). Cette estimation ne comprend pas le fonctionnement de l'accélérateur.

Le fonctionnement du spectromètre et du système cibles requiert 4 ETP (Coordination scientifique et technique et support aux expériences du GANIL). L'opération de la ligne basse énergie par le GANIL nécessite 3 ETP avec un support de la collaboration estimé à 1,5 ETP.

Le fonctionnement du système lasers demande une expertise locale forte avec le renforcement de ce groupe avec un ingénieur de recherche (IR) pour dans un premier temps réaliser les expériences avec S³ et ensuite opérer le système lasers de l'installation DESIR.

DESIR

Le budget d'investissement pour la construction de l'installation DESIR est de 24,12 M€. Ce projet est financé par un EQUIPEX, les collectivités locales, et une contribution de l'Allemagne. Ce budget ne comprends pas l'ensemble des dispositifs expérimentaux LUMIERE, DTRAP et BESTIOL qui sont financés par ailleurs et qui pour certain existent déjà et sont utilisés à ALTO et LIRAT.

Besoins :

L'appel d'offre pour le concours de maitrise d'oeuvre a été lancé en Juillet 2017. Dans un contexte tendu de disponibilité de ressources humaines au GANIL, il a été décidé de faire appel à une assistance à maitrise d'ouvrage pour les aspects de suivi MOE Bâtiment, synthèse intégration et sécurité sureté.

Le planning directeur de DESIR montre une mise à disposition des bâtiments fin 2021. A partir de cette date 15-20 ETP/an seront nécessaires au GANIL pour l'installation des procédés.

Le coût de fonctionnement de DESIR en régime nominal est 110 k€ mensuel (Electricité, fluides, maintenance et consommables). Cette estimation ne comprend pas le fonctionnement de l'accélérateur et de S³-LEB.

L'opération de la salle DESIR est estimée à 4 ETP (Coordination scientifique et technique et support aux expériences du GANIL) avec un support de la collaboration estimé à 1 ETP par dispositifs expérimentaux (BESTIOL, DETRAP et LUMIERE).

Injecteur haute intensité A/Q=7 pour le LINAC

La construction d'un nouvel injecteur, appelé Injecteur A/Q=7 et complémentaire à l'injecteur A/Q=3 de la phase 1, doit permettre d'augmenter les intensités et la gamme des faisceaux d'ions lourds (carbone à l'uranium) délivrées aux expériences S³ et DESIR et ainsi augmenter la compétitivité de SPIRAL2.

L'évaluation préliminaire du coût de l'injecteur est de 11,56 M€. Il comprend :

- Source ECR et plateforme : 4,5 M€
- RFQ : 4,3 M€
- Lignes de faisceaux basse et moyenne énergie : 1,9 M€
- C/C baies câblages : 0,86 M€

Les besoins en électricité, fluides, ... ainsi qu'une réservation ont été pris en compte lors de la construction du bâtiment du Linac.

Besoins :

Ce projet n'est actuellement financé que partiellement permettant de lancer les phases d'études. Les ressources humaines nécessaires pour les phases avant projet sommaire et avant projet détaillé sont respectivement de 6,5 ETP (APS 9 mois) et 14 ETP (APD 12 mois). Des discussions sont en cours dans les laboratoires du CNRS et du CEA pour définir l'allotissement des tâches pour cette phase d'étude.

De façon générale, si on tient compte des dotations reçues et à percevoir, 4,92 millions d'euros manquent pour équilibrer le budget d'investissement afin de finaliser la construction de la phase 1 de SPIRAL2 et en particulier l'injecteur A/Q=7.

Fonctionnement de l'installation GANIL-SPIRAL2

La richesse des différents programmes de physiques envisagés à S3-LEB, ou DESIR rend l'opération parallèle de GANIL-SPIRAL 1 et SPIRAL 2 essentielle pour la réalisation des expériences avec un minimum de temps de faisceau.

L'objectif global pour le fonctionnement de GANIL SPIRAL 2 est de réaliser 16 mois d'expériences par an d'ici 2026 (fonctionnement en parallèle des CSSs et du Linac) avec une mise en service progressive des équipements SPIRAL2 phase 1.

Le planning prévisionnel d'exploitation est détaillé comme suit :

Année	Opération (mois)	Milestone
2018	6 mois	Premières expériences de l'installation NFS
2019	8 mois	Mise en service de S3
2020	8 mois	Premières expériences avec S3
2021	10 mois	
2022	10 mois	
2023	12 mois	Mise en service de DESIR
2024	12 mois	Premières expériences avec DESIR
2025	14 mois	
2026	16 mois	

L'augmentation du fonctionnement de l'infrastructure va de pair avec une augmentation des coûts de fonctionnement pour les années à venir.

Le plan de dépenses prévisionnel pour l'exploitation de GANIL SPIRAL 2 pour la période 2018-2026 est présenté ci-dessous. Ces estimations ne tiennent pas compte de la phase 2 de SPIRAL2.

Prévisionnel des dépenses

		Prévisionnel								
DEPENSES		2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Fonctionnement		8,730	9,380	9,420	9,800	10,500	11,050	11,300	11,600	11,900
Investissement pour l'exploitation		3,370	3,720	4,280	4,300	3,600	3,600	3,600	3,600	3,600
Personnel	Personnel non permanent									
	Personnel permanent	19,334	19,867	20,111	20,452	20,796	21,144	21,422	21,627	21,836
	ETP	240,0	242,8	244,8	246,8	248,8	250,8	251,8	251,8	251,8
TOTAL DEPENSES		31,434	32,967	33,811	34,552	34,896	35,794	36,322	36,827	37,336

(A partir du document "Demande TGIR/IR 2018-2026 V6" n'inclut pas le report du budget en 2018 et la construction de S3, DESIR et NFS)

Selon ces hypothèses, l'augmentation des dépenses prévues pour l'opération de GANIL SPIRAL2 phase 1 entre 2018 (6 mois) et 2026 (16 mois) est environ de 3,4 millions d'euros. L'exploitation complète de l'infrastructure (16 mois) requiert 11 ETP supplémentaires (opérateurs, renforcement des groupes techniques d'exploitation).

Une action est en cours dans le cadre du projet européen IDEAAL pour le développement à l'international de GANIL-SPIRAL2. L'objectif visé est d'attirer de nouveaux partenaires dans le GIE GANIL pour participer au développement de l'installation dans les années futures (investissement et couts de fonctionnement).