



list
cea tech

TRAÇABILITÉ AU SI POUR LES RAYONNEMENTS IONISANTS

JU LNHB | Carole FRECHOU



☀ Mesurer c'est comparer

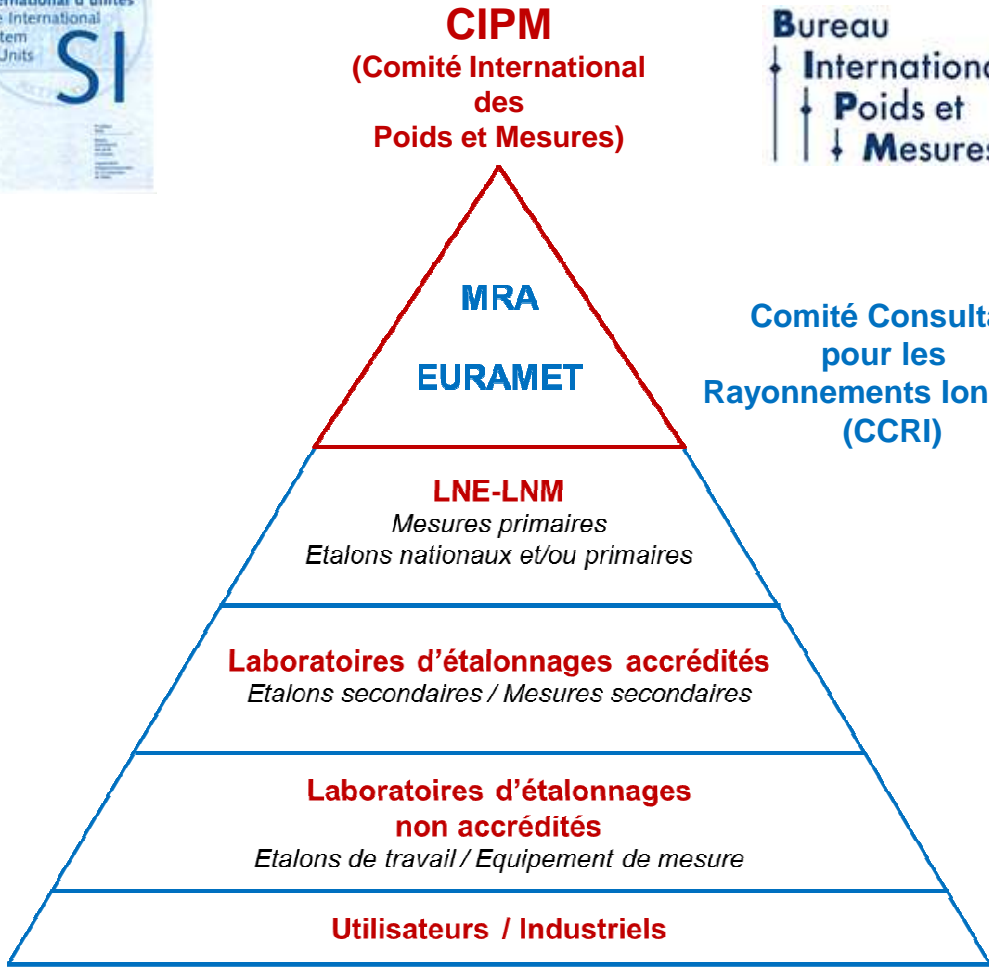
une grandeur inconnue à une référence dont la traçabilité est établie dans le cadre du Système International d'unités

- ☀ La référence peut être :
 - ☀ une unité,
 - ☀ une procédure de mesure,
 - ☀ un matériau de référence,
 - ☀ un étalon

Chaîne métrologique internationale

7 grandeurs de base

Nom	Symbole
mètre	m
kilogramme	kg
seconde	s
ampère	A
kelvin	K
mole	mol
candela	cd

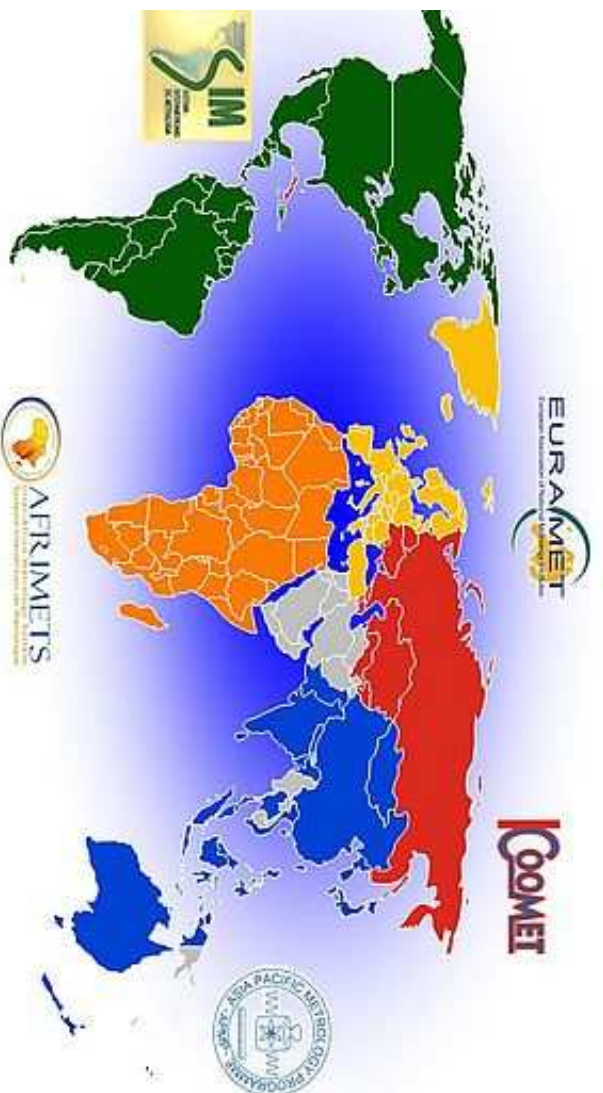


Bureau International des Poids et Mesures
Comité Consultatif pour les Rayonnements Ionisants (CCRI)


Et les rayonnements ionisants?

Bq, Sv et Gy
grandeurs dérivées

Régions métrologiques



Métrologie internationale

- 
- VNIIM**
(Russie)
- NAC**
(Afrique Sud)
- NIST**
(Etats-Unis)
- LNE-LNHB**
(France)
- PTB**
(Allemagne)
- NPL**
(GB)
- ...

Accréditation








Systeme International de Référence (SIR) pour les émetteurs γ :

- 2 chambres d'ionisation à puits installées et contrôlées depuis 1976
- 5 sources de radium ($T_{1/2}=1600(7)$ a) d'activités différentes

Principe : mesurer le temps de charge d'un condensateur de valeur connue sous une tension donnée pour un échantillon inconnu puis une source de radium



Cas particuliers :

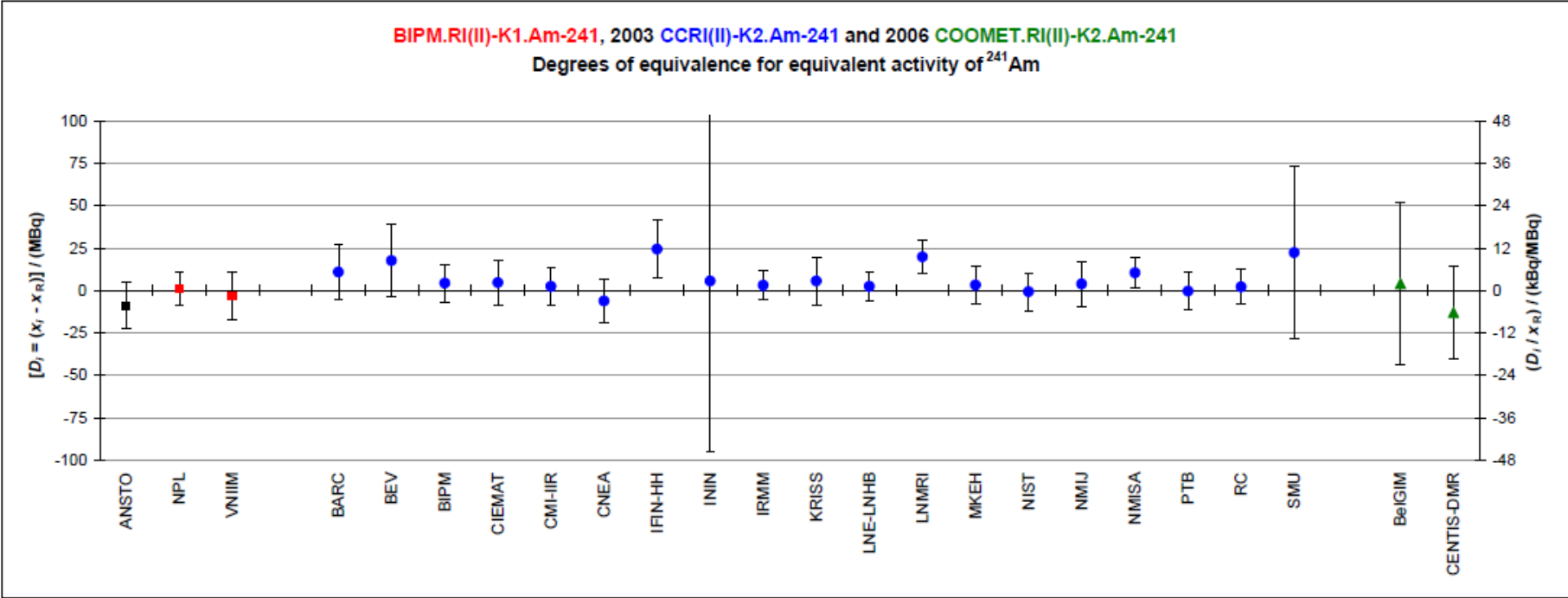
- Extension du SIR aux émetteurs Bêta
- Instrument de transfert sur SIR (SIRTI)

Exemple de comparaisons clés pour ²⁴¹Am

SIR

Comparaisons inter-NMI

Comparaisons intra-RMO



N.B. The right hand scale is indicative only.

Lien au SI au LNHB : comment ça marche?

- ✿ France état membre signataire du MRA
 - ✿ LNE-LNHB : NMI pour Rayonnements Ionisants
Règle à respecter : Une intercomparaison est valable 10 ans
- ➔ **Tableau de suivi : plus de 100 lignes depuis les années 80**

Lien au SI au LNHB : comment ça marche?

Radionucléide	Type de comparaison	Année de soumission	Methode(s)
Na-22	BIPM (SIR)	1994	$4\pi\beta\text{-}\gamma$ CO

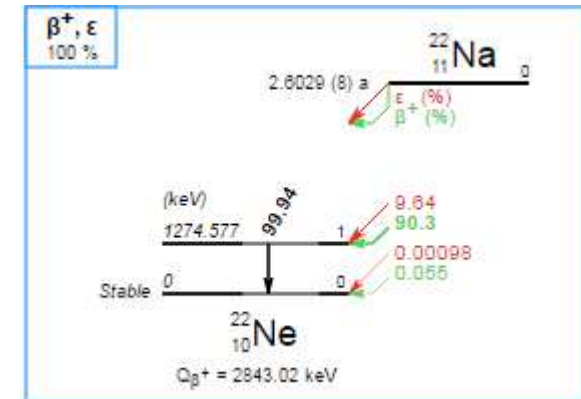
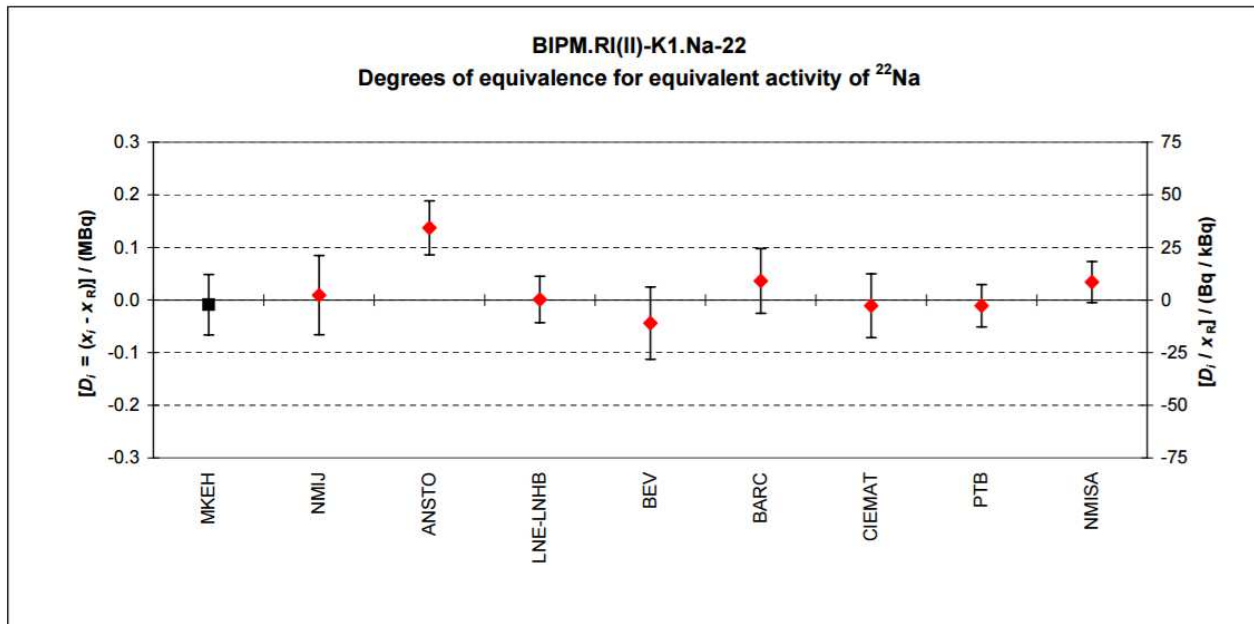
Arbitrage :

- Besoin en interne et pour les raccordements externes
- Priorité
- Quantité nécessaire pour un exercice
- Disponibilité / Coût des sources mères

Historiques des soumissions au SIR pour ^{22}Na

Aspects Techniques / Scientifiques :

- Soumissions successives
- Schéma désintégration / Données nucléaires



Historiques des soumissions au SIR pour ^{22}Na

Aspects Techniques / Scientifiques :

- Soumissions successives
- Schéma désintégration / Données nucléaires
- Caractéristiques des solutions utilisées
Milieux, activité massique, préparation des sources

Année	Type comp.	Milieu	Entraîneur	Activité	Méthode	Sources
1979	SIR	HCl 0,1 M	NaCl 10 $\mu\text{g.g}^{-1}$	1750 kBq	CP	Solide terphane (42 μm)
1994	SIR	HCl 1 M	NaCl 100 $\mu\text{g.g}^{-1}$	650 kBq	4 $\pi\beta\gamma$ -CO CP	Mylar Collodion
2014	SIR	HCl 0,1 M	NaCl 10 $\mu\text{g.g}^{-1}$			

Fabrication sources
Avril 2014

☀ **1 tube RIA**

Impuretés

☀ **Chambre d'ionisation puits**

Contrôle d'homogénéité / Stabilité

3 BIPM , 3 LMRI

☀ **Méthodes primaires :**

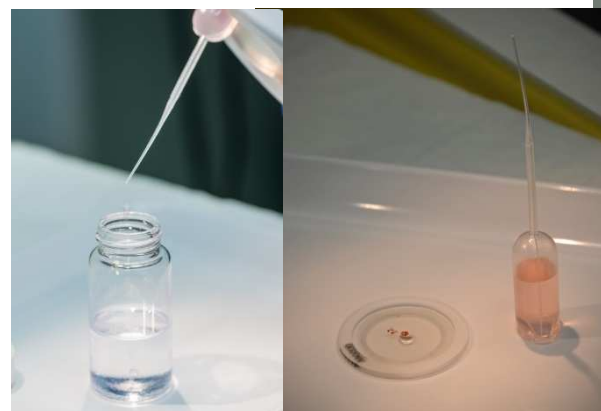
activités de référence / Etalons primaires

- ☀ CP : 12 sces sol. vyns
- ☀ CO : 12 sces sol. Mylar + 6 sces liq. UG
- ☀ RCTD : 5 sces liq. UG

☀ **Méthodes secondaires**

Raccordement interne

- ☀ Spectro gamma
 - 5 sces sol. Ponctuelles
 - 2 SG50, 1 SG500





Méthode	CP	SL RCTD	CO _{liq}	CO _{sol}
Résultat (kBq.g ⁻¹)	445,1	445,8	447	445,8
Incertitude (k=1)	1,3	1,3	2,0	1,0

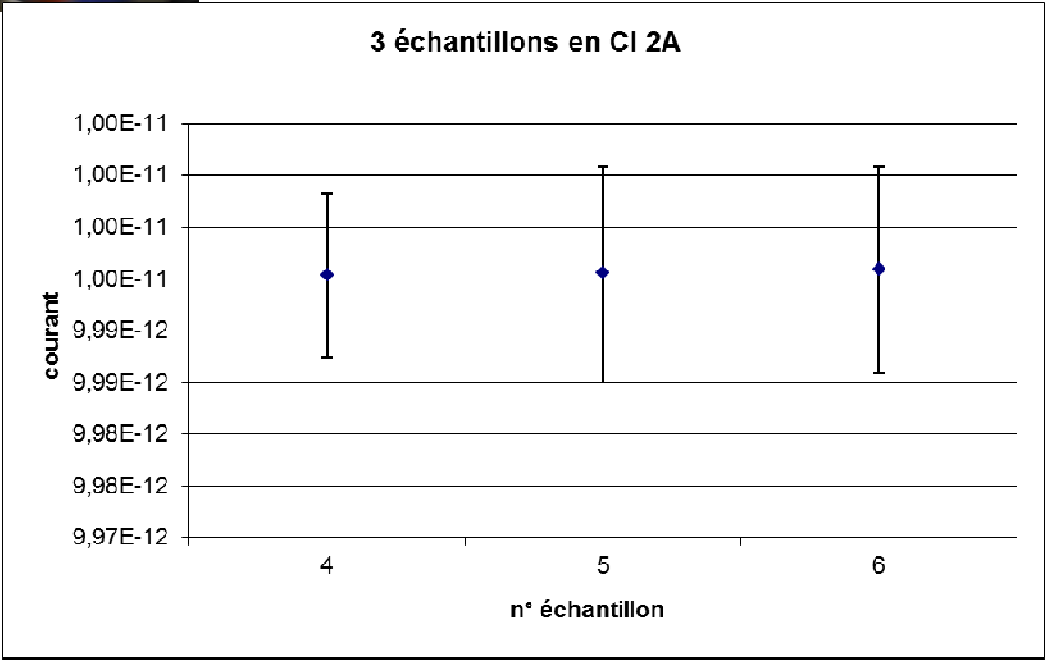
Réunion de clôture : 02/07/2014

Choix de la valeur de référence pour KCRV

☀ **Contrôle homogénéité : 3 ampoules BIPM**



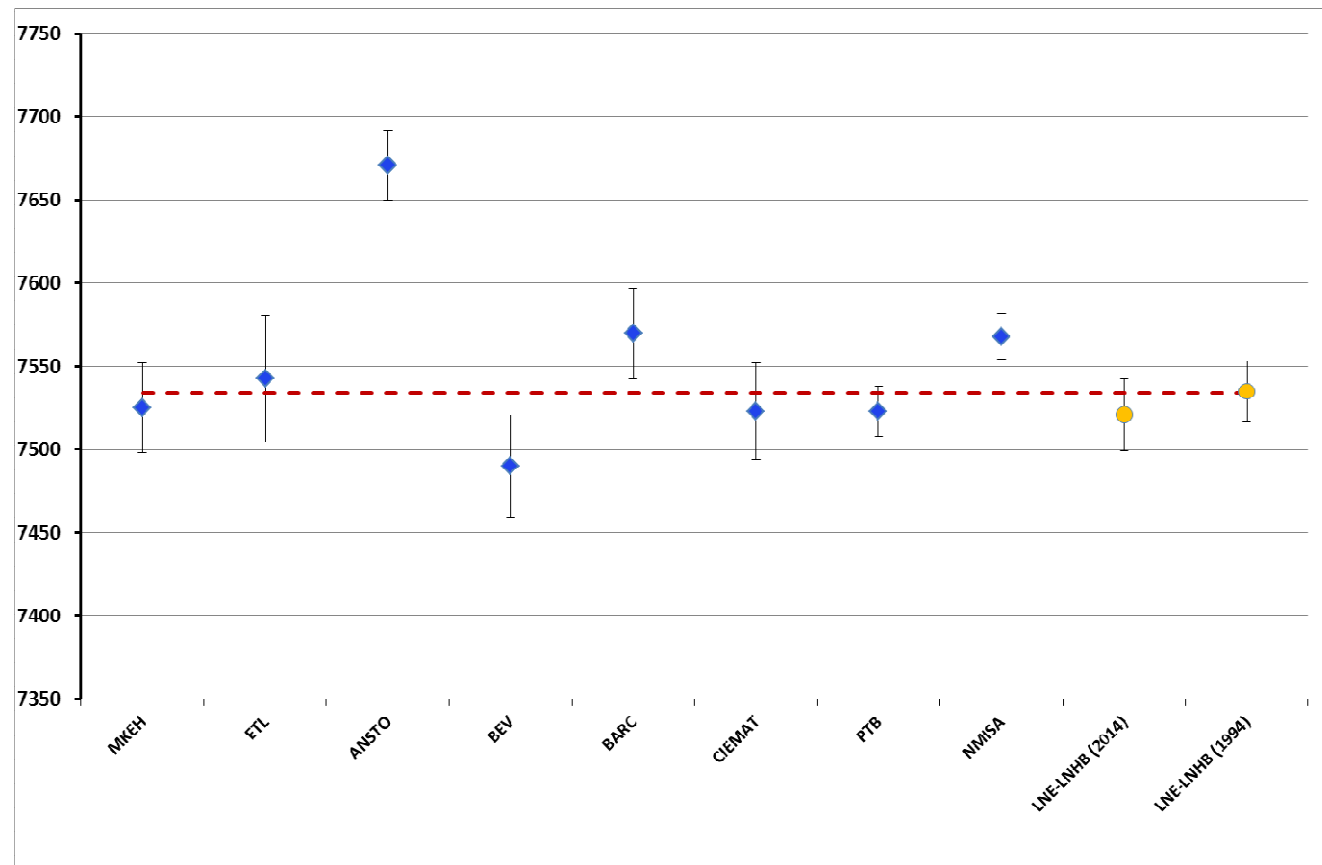
N° Ampoule	Courant massique en C/s/g	inc absolue
4	9,99532E-12	7,90103E-15
5	9,99548E-12	1,04508E-14
6	9,99587E-12	9,96836E-15



Envoi de l'ampoule et soumission résultats au BIPM : juil. 2014

A_e (kBq)

Date ref	NMI	A_e (kBq)	U_{abs} (kBq)	U_{rel} (%)
1985	MKEH	7525	27	0,36
1993	ETL	7543	38	0,50
1991	ANSTO	7671	21	0,27
2001	BEV	7490	31	0,41
2004	BARC	7570	27	0,36
2006	CIEMAT	7523	29	0,39
2006	PTB	7523	15	0,20
2006	NMISA	7568	14	0,18
2014	LNE-LNHB	7521	22	0,29
1994	LNE-LNHB	7535	18	0,24



Réception des résultats du BIPM : 14/10/2014

Un travail d'équipe et de longue haleine :

- ✿ 9 types de sources préparés avec traçabilité ininterrompue à la source mère
- ✿ 3 méthodes primaires impliquées
- ✿ 2 méthodes secondaires
 - 2 géométries en CI
 - 3 géométries en spectro γ
- ✿ Durée : ~9 mois
- ✿ Prouve la compétence du laboratoire pour la mesure du ^{22}Na
- ✿ Edition des CE pour raccordements internes et externes

Je vous
remercie de
votre attention

Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives
Institut List | CEA SACLAY NANO-INNOV | BAT. 861 – PC142
91191 Gif-sur-Yvette Cedex - FRANCE
www-list.cea.fr

Établissement public à caractère industriel et commercial | RCS Paris B 775 685 019