



# Radioprotection à ThomX

iRSD

LAL

# Autorisation ASN

- ▶ Envoi du dossier de demande de modification de l'autorisation T910211 le 21 novembre 2018 afin d'inclure l'accélérateur de particules ThomX
- ▶ Status :
  - ▶ Dossier pris en charge par l'ASN
  - ▶ Demande d'une étude préalable à l'IRSN pour évaluation du temps nécessaire pour la saisine technique et un planning prévisionnel -> en attente de réponse
  - ▶ En attente de demande de pièces complémentaires par l'ASN

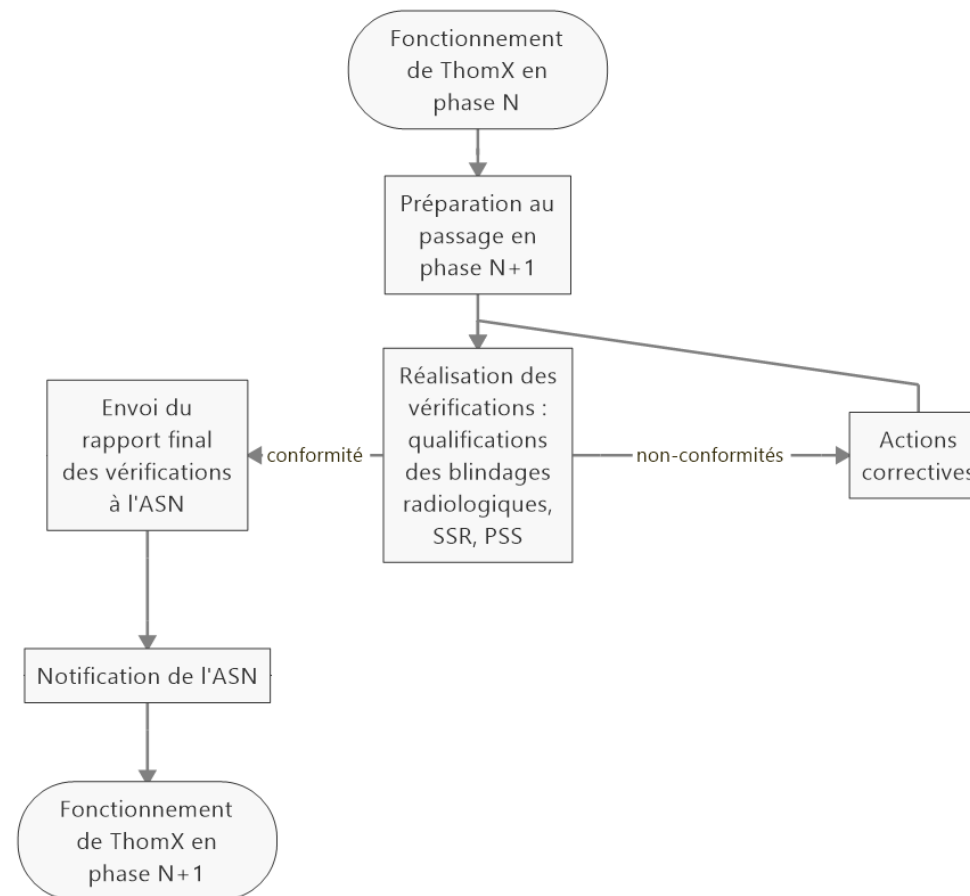
# Autorisation ASN

- ▶ Définition de 5 phases de fonctionnement pour l'exploitation de ThomX
- ▶ Obtention d'une autorisation « recette » pour réaliser les premiers tests machine -> paramètres faisceaux minimum + pas de production de rayons X ; d'autres prescriptions peuvent être demandées par l'ASN
- ▶ Après saisine technique de l'IRSN, autorisation définitive

Étape	Descriptif	Énergie du faisceau primaire d'électrons (MeV)	Charge par paquet (nC)	Fréquence de tirs (Hz)
1	LINAC seul (avec Beam-Dump d'injection)	50	100e-3	10
1bis	LINAC + ligne de transfert (avec Beam-Dump d'extraction)	50	100e-3	10
2	LINAC + anneau	50	100e-3	10
2bis	LINAC + anneau	50	1	50
3	Fonctionnement nominal	70	1	50

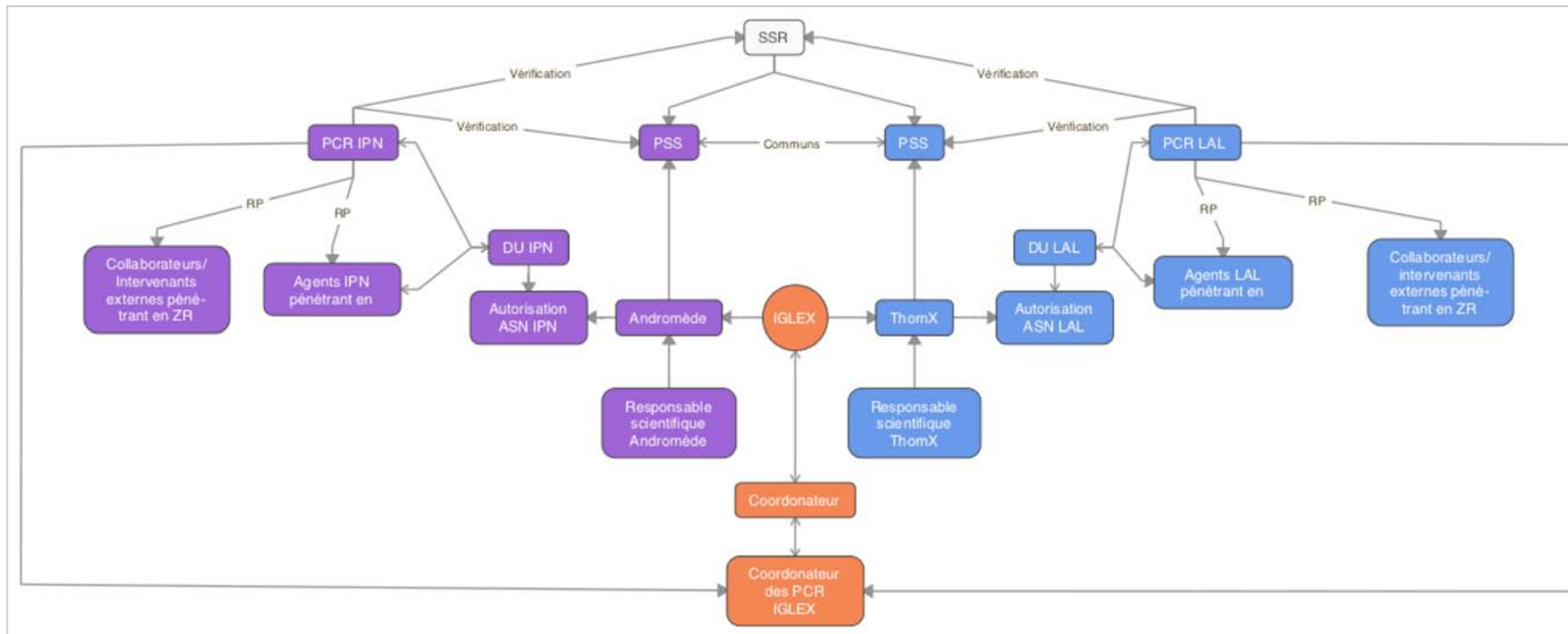
# Autorisation ASN

- ▶ Procédure de validation avant passage à une nouvelle phase de fonctionnement.
- ▶ Vérification complète des blindages + PSS + SSR réalisée par les PCR et un organisme agréé.
- ▶ Notification de l'ASN avant autorisation définitive

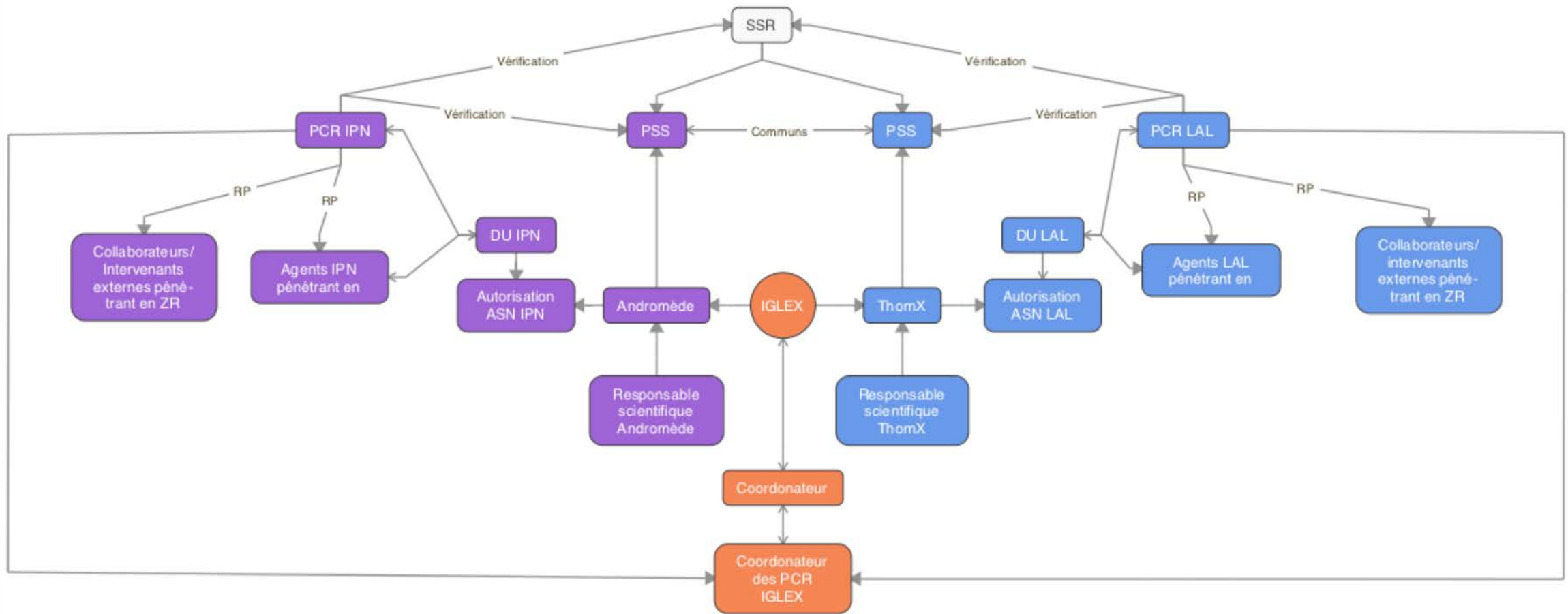


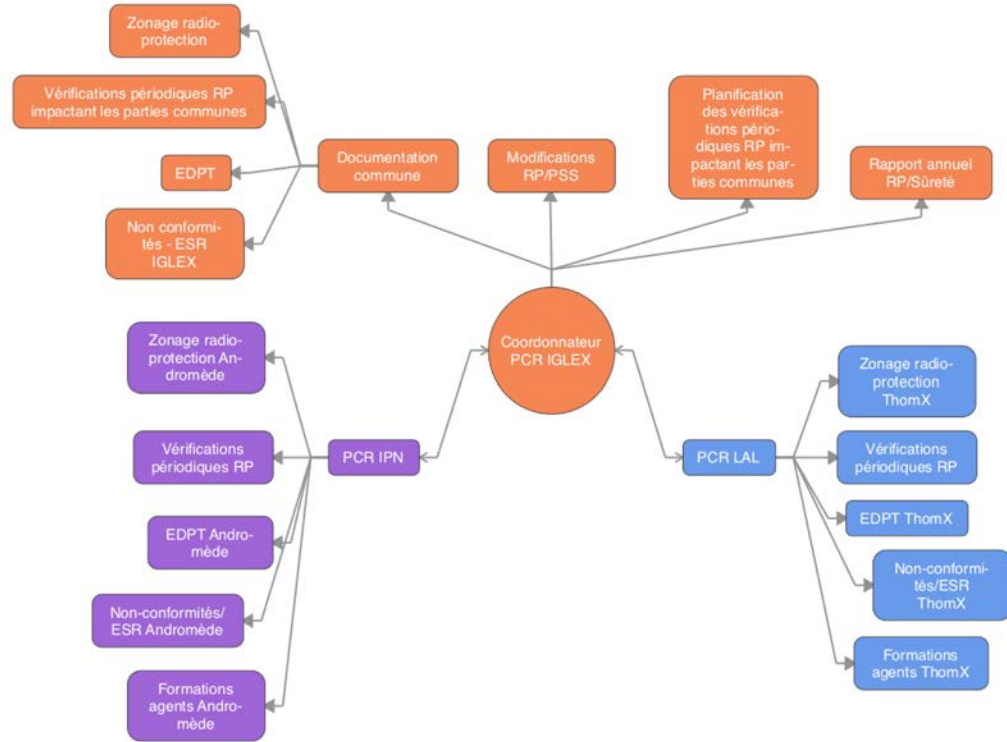
# Organisation de la radioprotection - ThomX

- ▶ 4 PCR nommées et formées
  - ▶ Frédéric Chapelle
  - ▶ Jean-Michel Horodynski
  - ▶ Maher Omeich
  - ▶ Pierre Robert



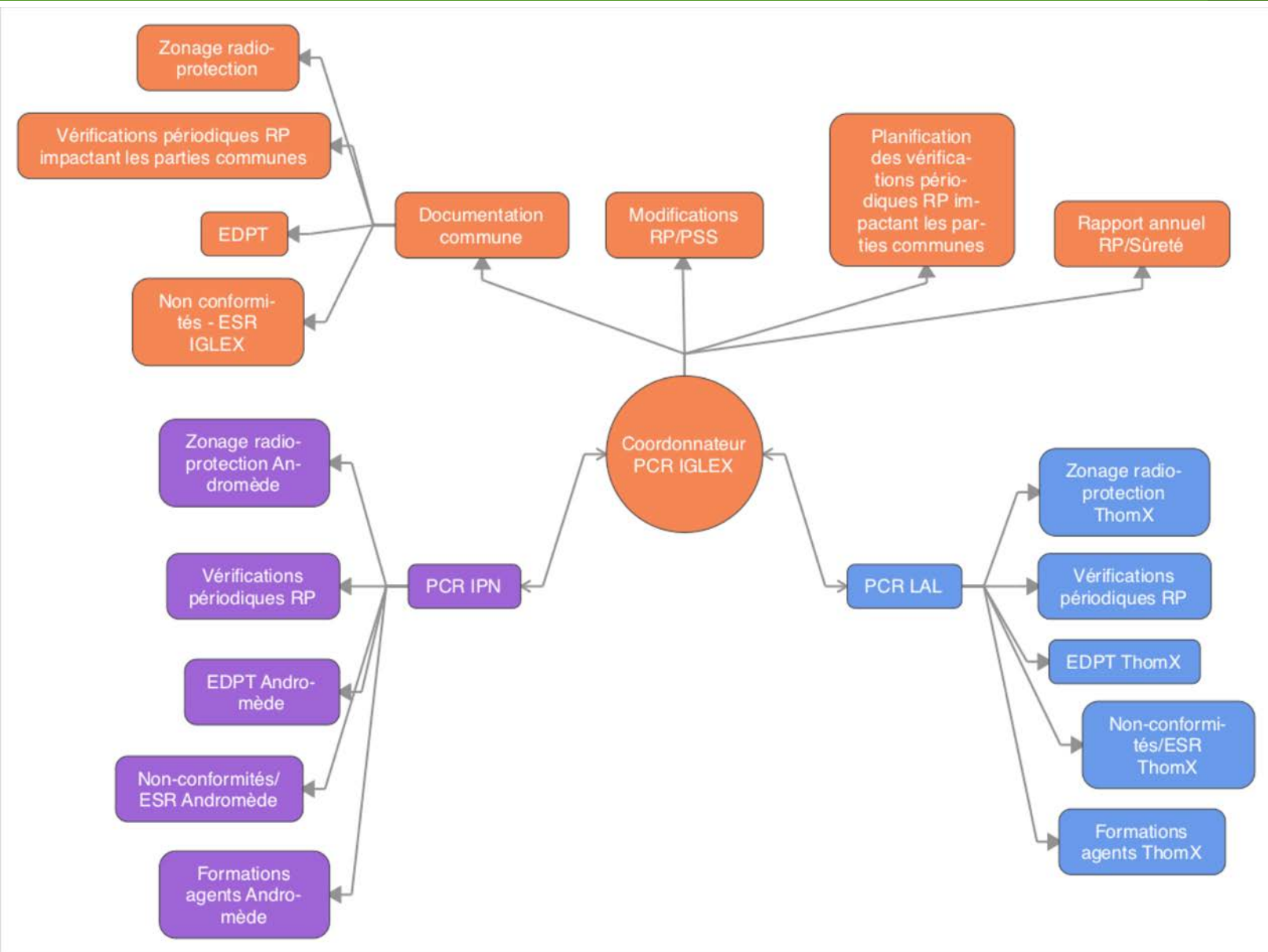
# Organisation de la radioprotection ThomX - IGLEX





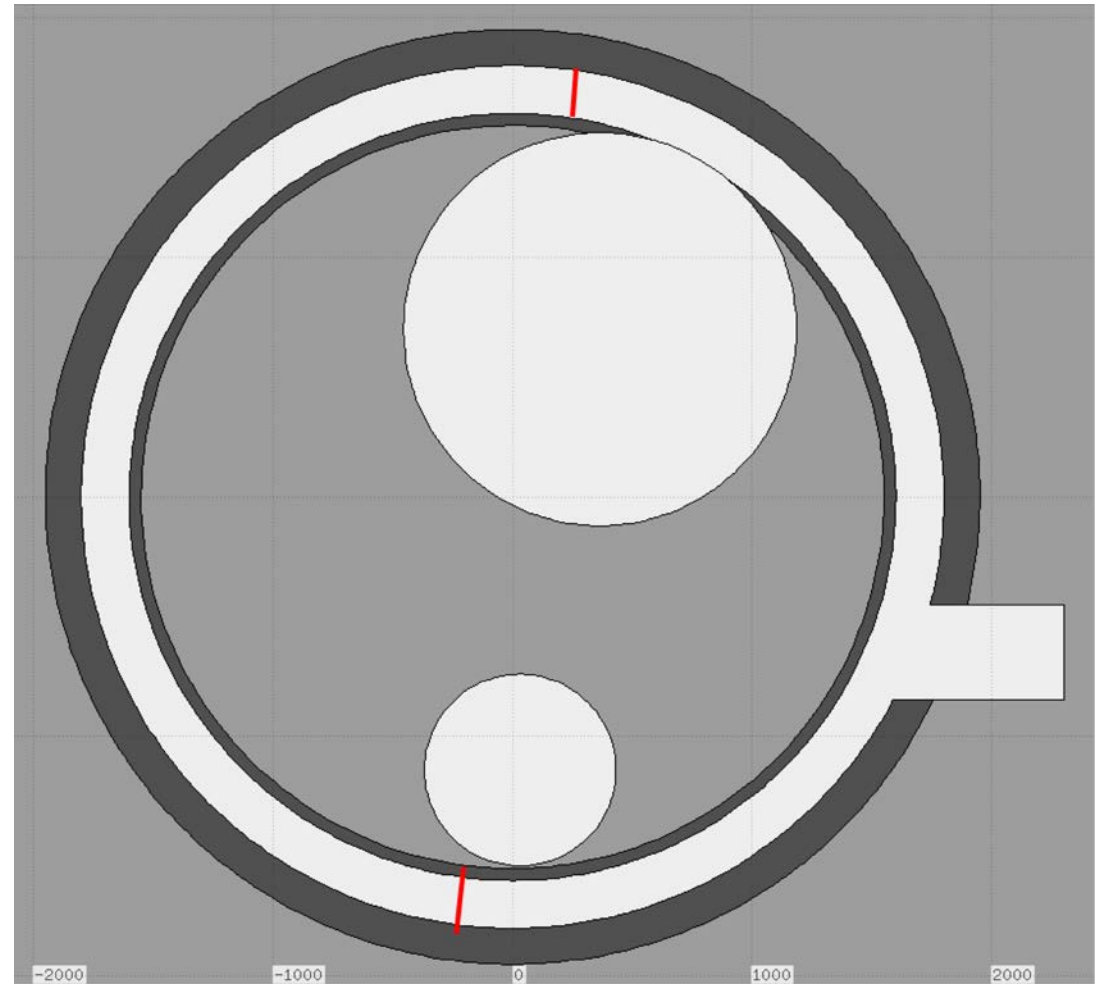
# Organisation de la radioprotection de ThomX - IGLEX





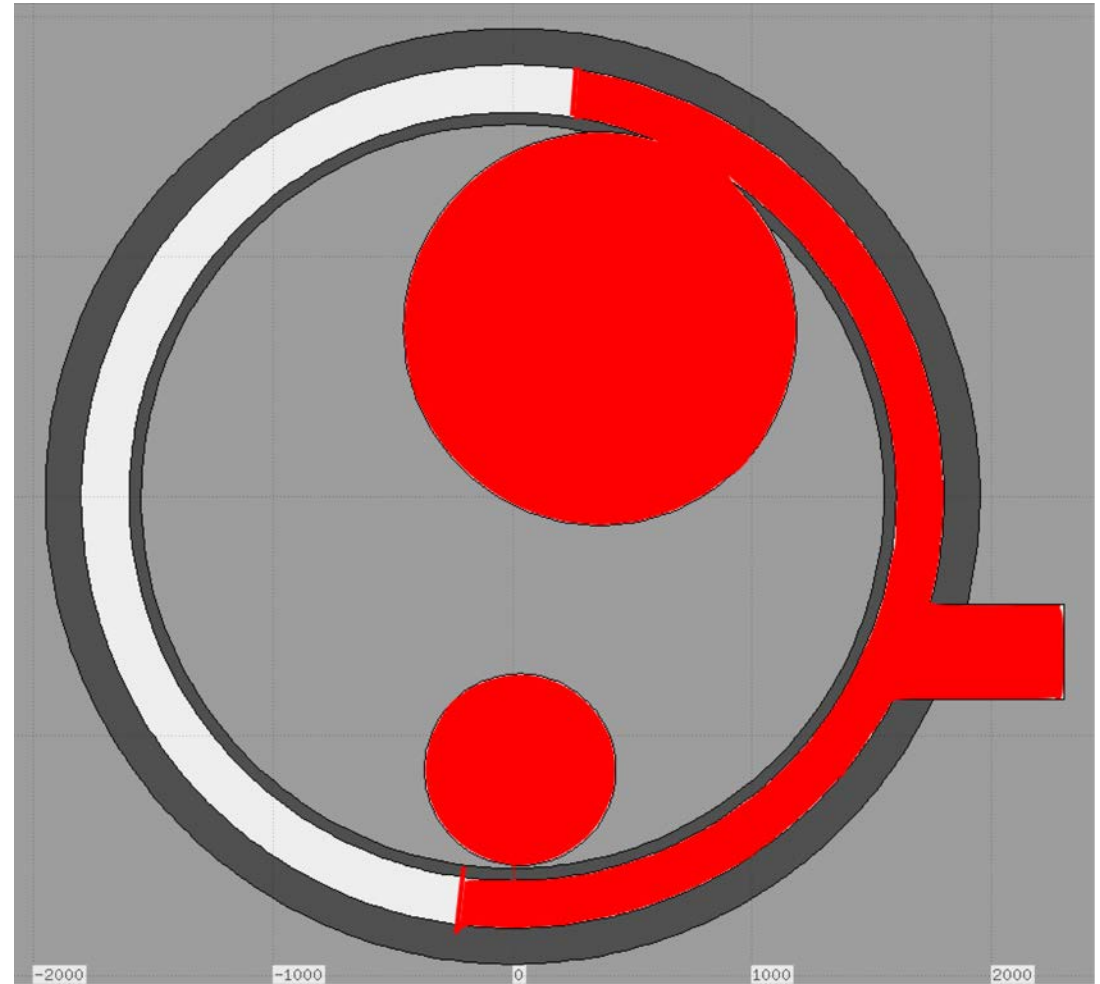
# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 1 - 1bis - 2 - 2 bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ *ThomX OFF*
  - ▶ *Klystron TX OFF*
  - ▶ *RX OFF*



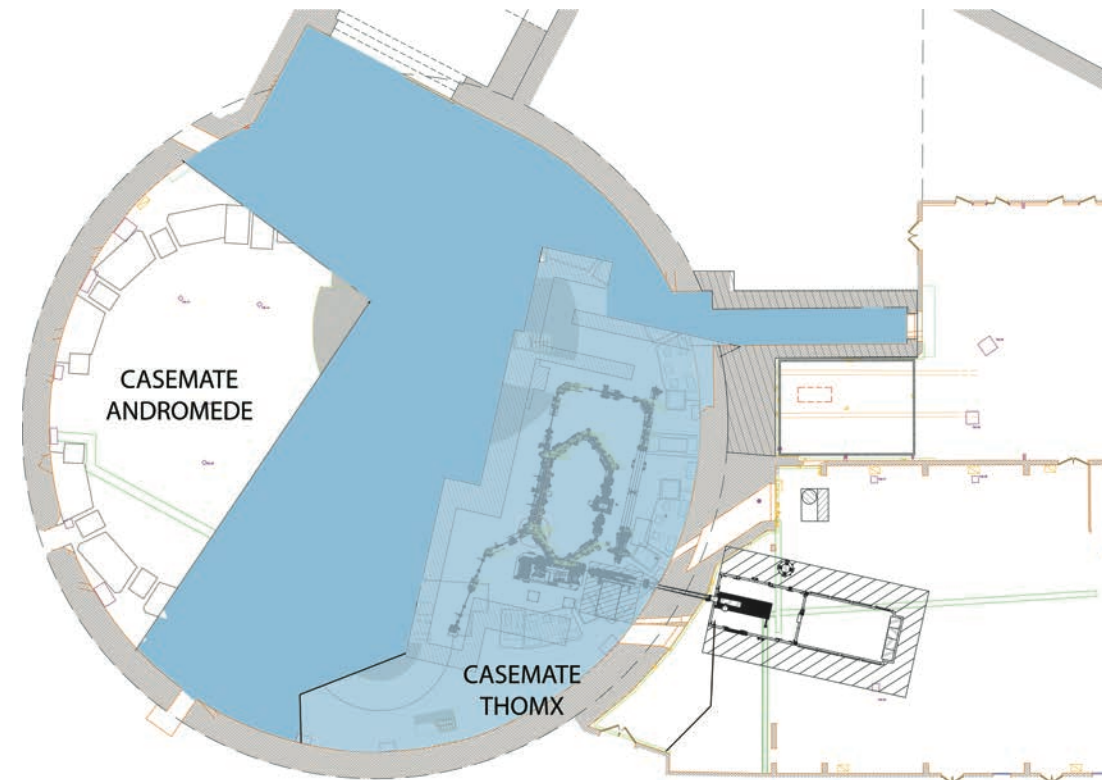
# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 1 - 1bis - 2 - 2 bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ ThomX ON
  - ▶ *Klystron TX OFF*
  - ▶ *RX OFF*



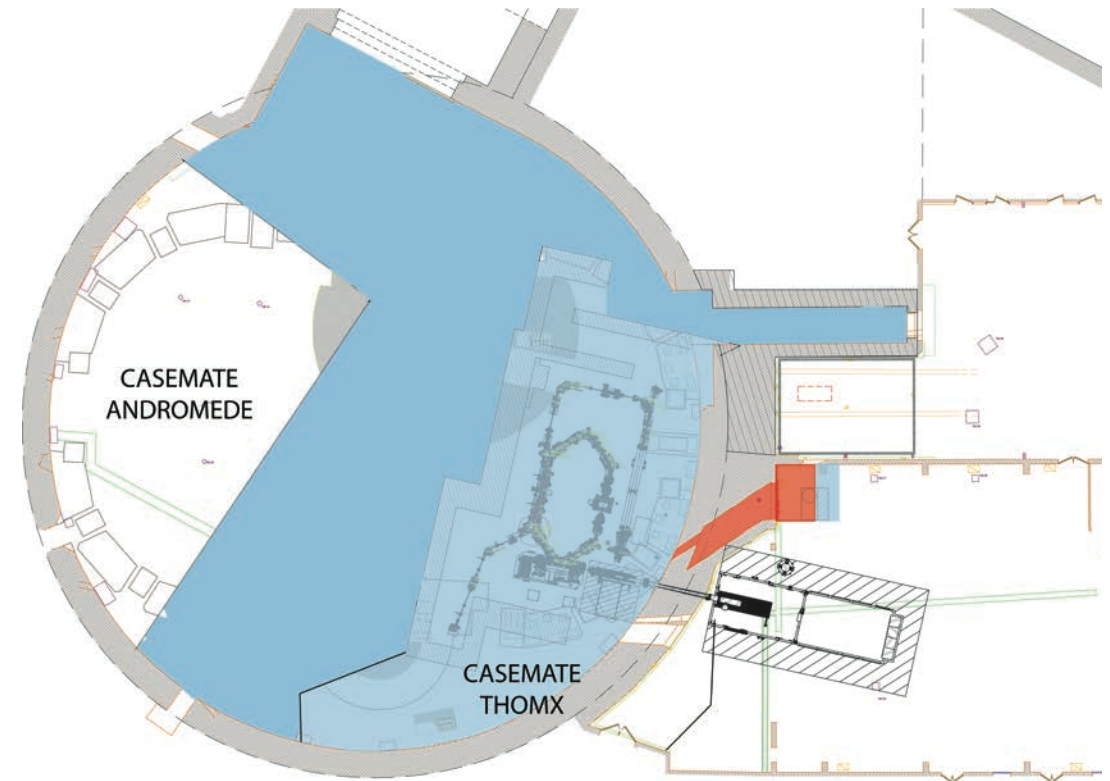
# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 1 - 1bis - 2
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ *ThomX OFF*
  - ▶ *Klystron TX OFF*
  - ▶ *RX OFF*



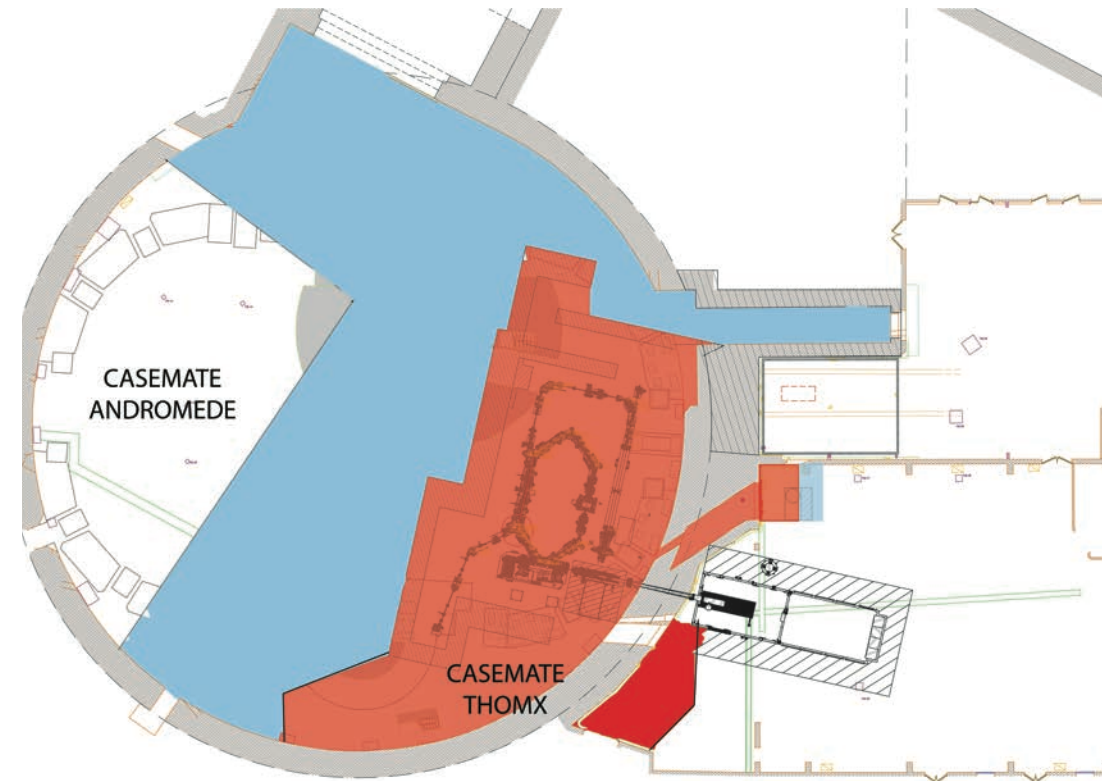
# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 1 - 1bis - 2
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ *ThomX OFF*
  - ▶ **Klystron TX ON**
  - ▶ *RX OFF*



# Zonage radioprotection

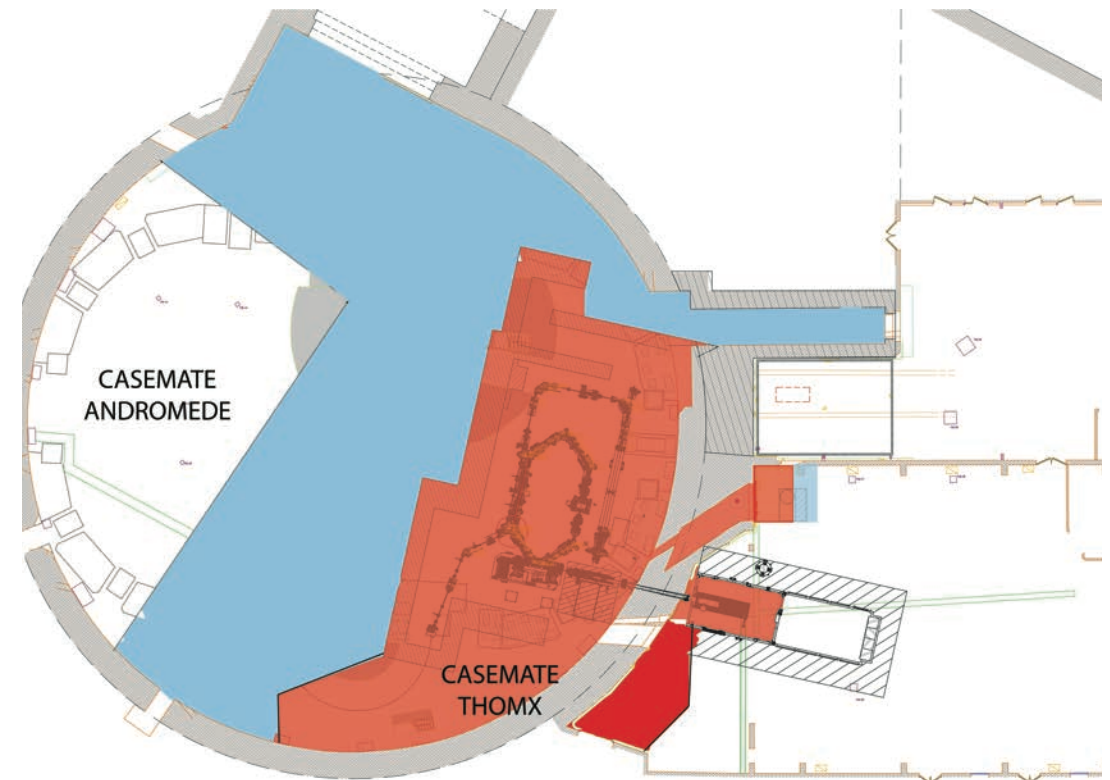
- ▶ Phase 1 - 1bis - 2
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ ThomX ON
  - ▶ Klystron TX ON
  - ▶ *RX OFF*





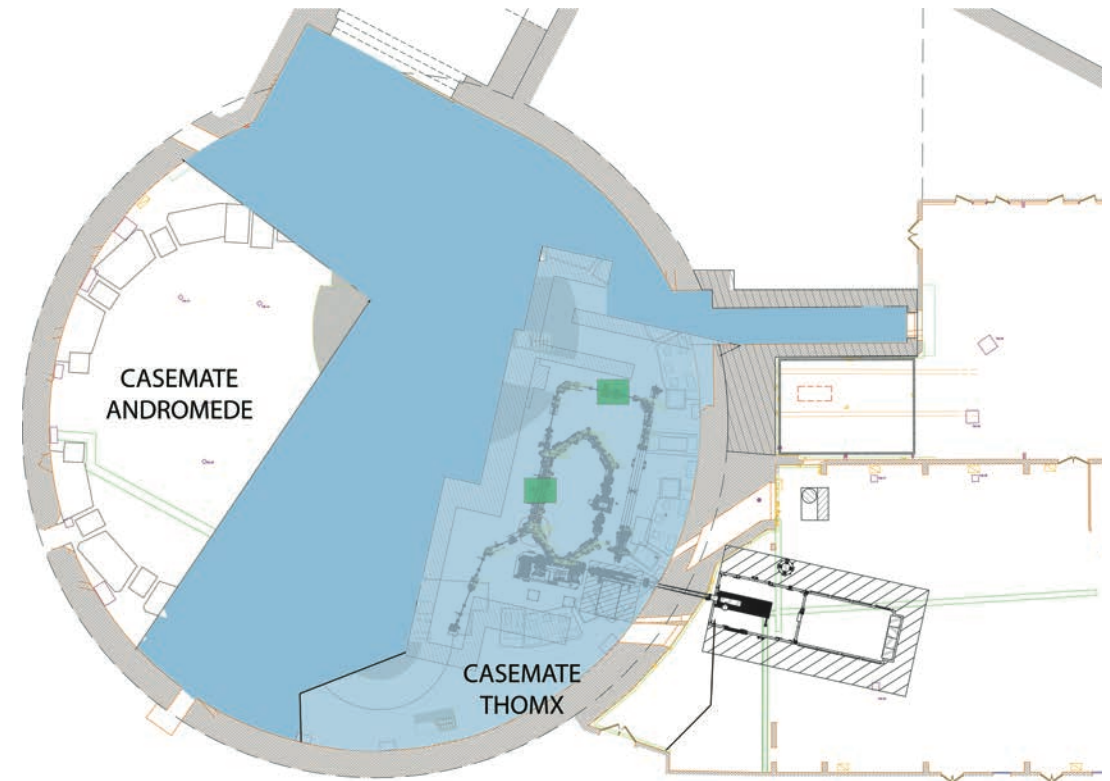
# Zonage radioprotection

- ▶ (Phase 1 - 1bis - 2)
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ ThomX ON
  - ▶ Klystron TX ON
  - ▶ RX ON



# Zonage radioprotection

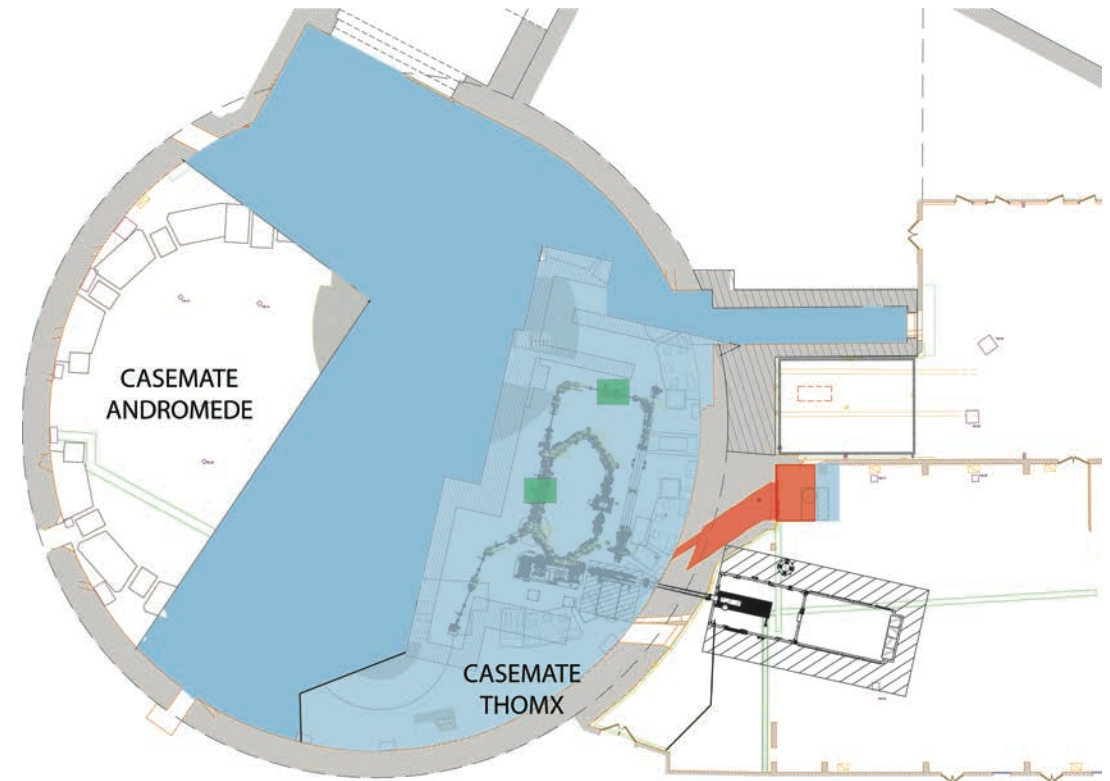
- ▶ Phase 2bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ *ThomX OFF*
  - ▶ *Klystron TX OFF*
  - ▶ *RX OFF*





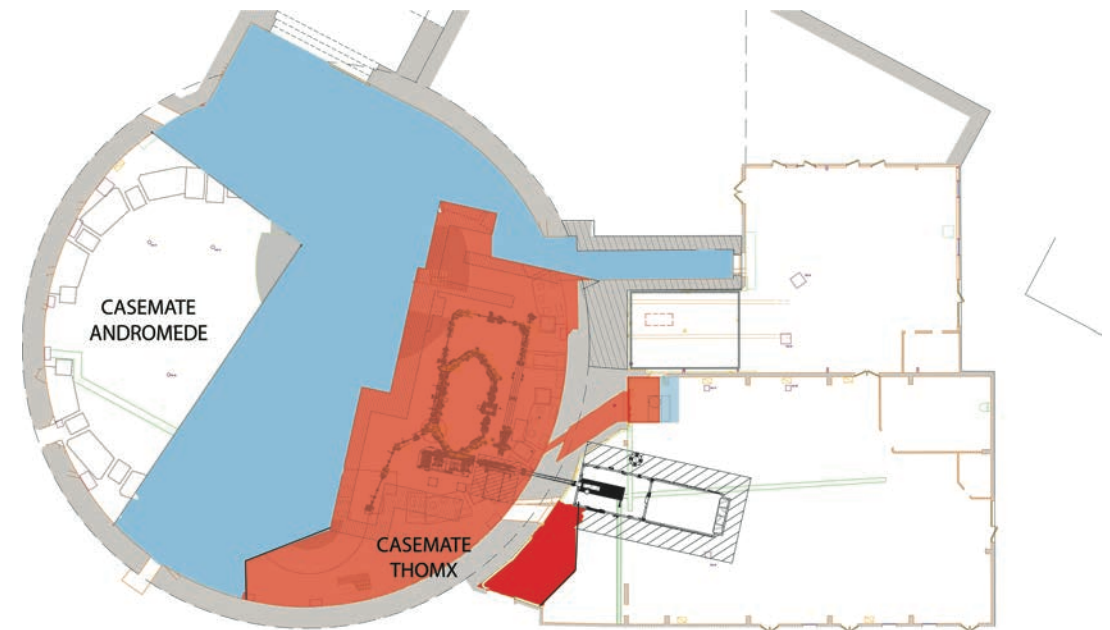
# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 2bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ *ThomX OFF*
  - ▶ **Klystron TX ON**
  - ▶ *RX OFF*



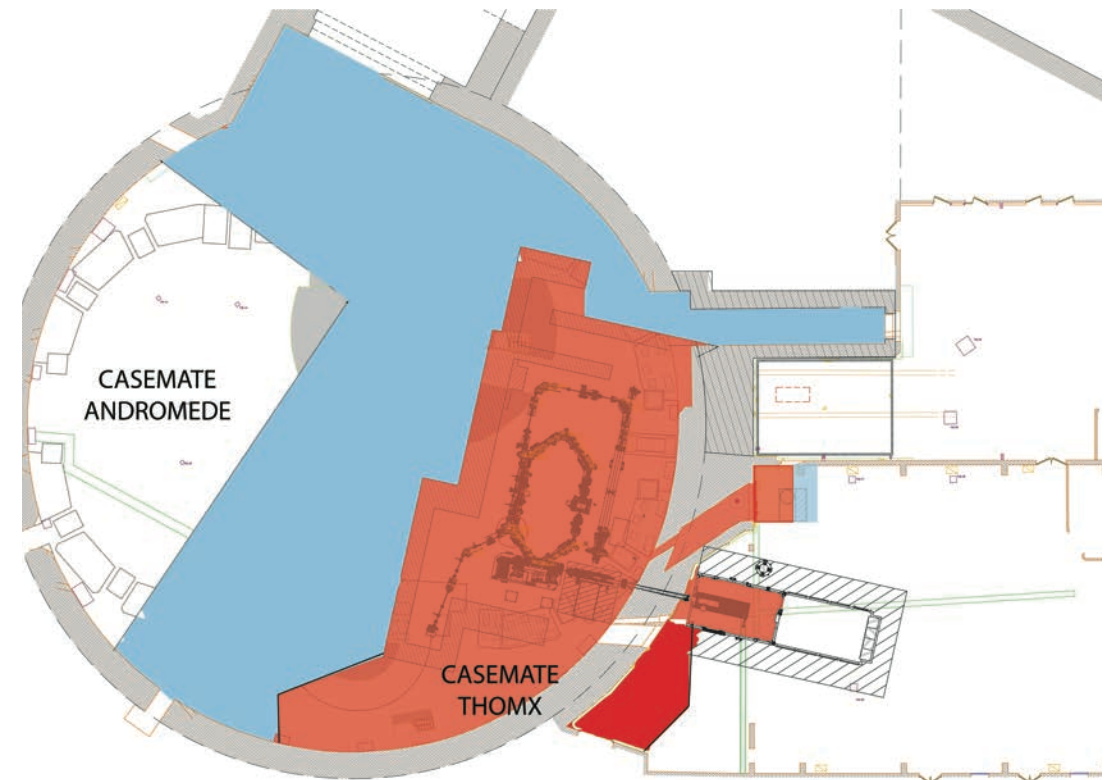
# Zomage radioprotection

- ▶ Phase 2bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ ThomX ON
  - ▶ Klystron TX ON
  - ▶ *RX OFF*



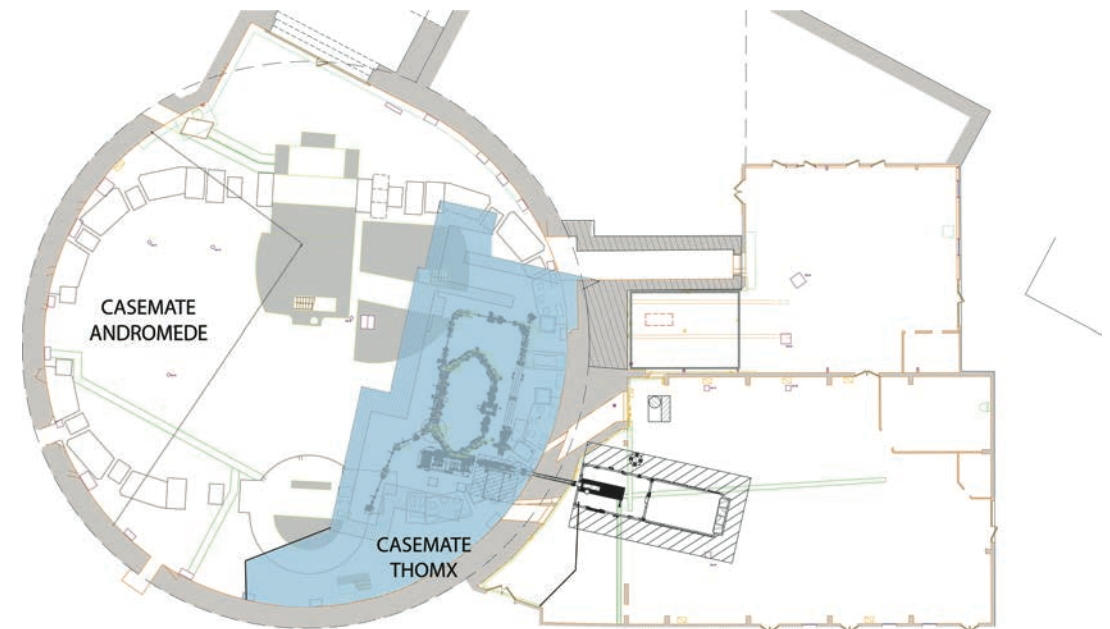
# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 2bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ ThomX ON
  - ▶ Klystron TX ON
  - ▶ RX ON



# Zonage radioprotection

- ▶ Phase 1 - 1 bis - 2 - 2bis - 3
  - ▶ *Andromède OFF*
  - ▶ *ThomX OFF*
  - ▶ *Klystron TX OFF*
  - ▶ *RX OFF*
  - ▶ *Clefs Consignation PCR IGLEX retirées*

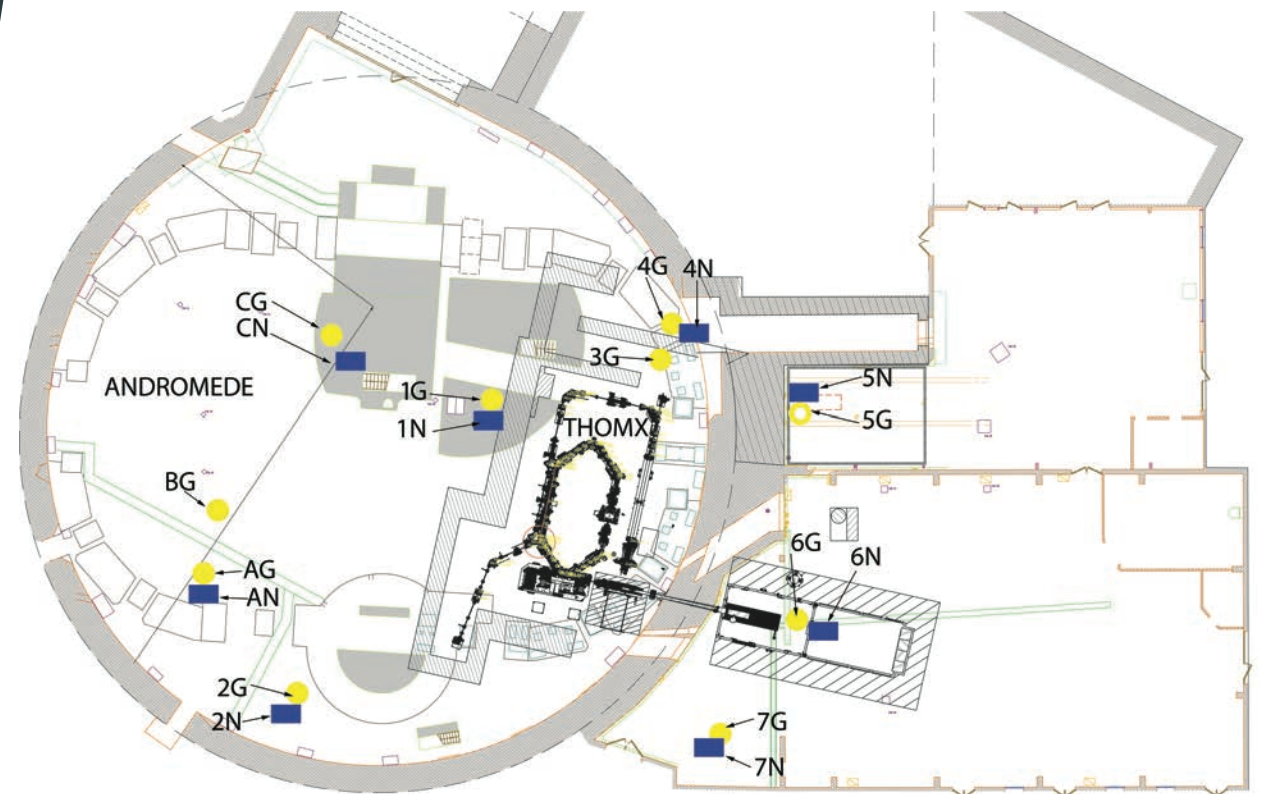


Intervention	Phase 1 - 1 bis		Phase 2		Phase 2bis		Phase 3	
	<i>Commissioning</i>	Exploitation	<i>Commissioning</i>	Exploitation	<i>Commissioning</i>	Exploitation	<i>Commissioning</i>	Exploitation
Mécaniciens	-	-	-	-	B	B	B	B
Vide	-	-	-	-	B	B	B	B
Électroniciens	-	-	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>B</i>	<i>B</i>
Laser	-	-	-	-	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>
Sources radiofréquence	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>	B	B	B	B
Électriciens	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>	B	B	B	B
Plombiers	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>	B	B	B	B
Infrastructure	-	-	-	-	-	-	-	-
Diagnostics	-	-	-	-	B	B	B	B
Magnétisme	-	-	-	-	B	B	B	B
Informaticiens	-	-	-	-	-	-	-	-
PCR	-	-	-	-	-	-	-	-
Opérateurs	-	-	-	-	-	-	-	-
Interventions multiples	-	-	<i>B</i>	<i>B</i>	B	B	B	B

# Classement des personnels

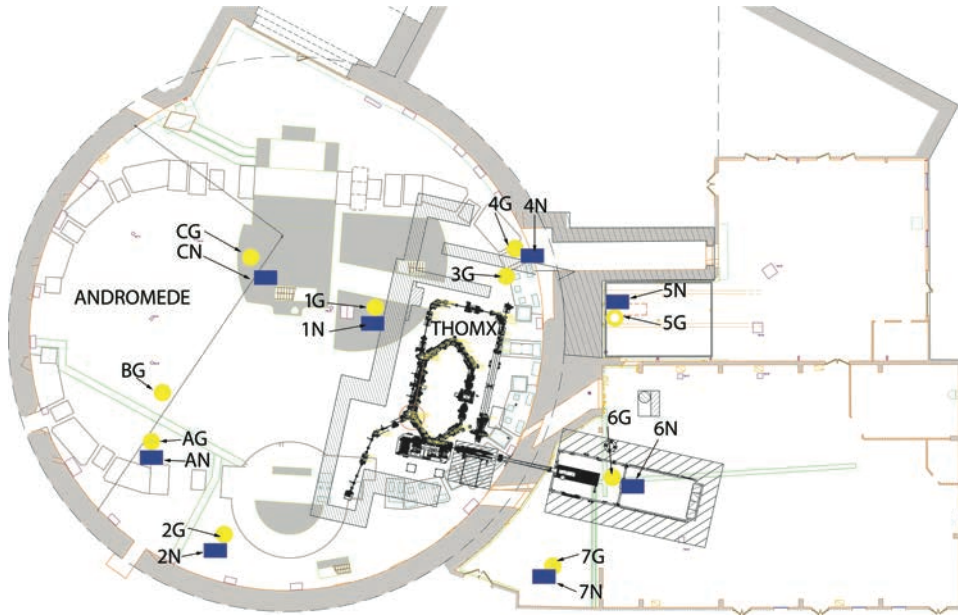
# SSR - Système de surveillance radiologique

- ▶ Capteurs actifs de rayonnements gamma et neutrons
- ▶ Surveillance continue de l'ambiance
- ▶ Seuils de coupure déclenchables suivant le mode de fonctionnement





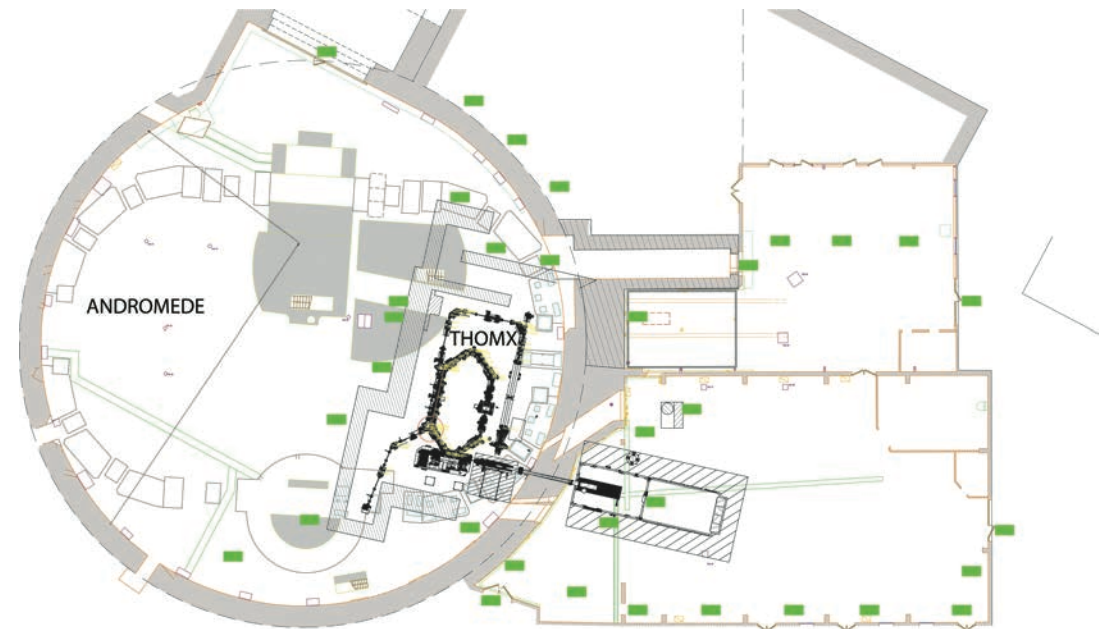
# SSR - Système de surveillance radiologique



Numéro de détecteur	Type de rayonnement	Seuil alarme débit de dose	Seuil alarme dose – 1h
1G	Gamma	Somme gamma – neutrons : 8 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Somme gamma – neutrons : 7,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
1N	Neutron		
2G	Gamma	Somme gamma – neutrons : 8 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Somme gamma – neutrons : 7,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
2N	Neutron		
3G	Gamma	8 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	7,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
4G	Gamma	Somme gamma – neutrons : 8 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Somme gamma – neutrons : 7,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
4N	Neutron		
5G	Gamma	Somme gamma – neutrons : 1 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Somme gamma – neutrons : 0,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
5N	Neutron		
6G	Gamma	1 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	0,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
6N	Neutron		0,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
7G	Gamma	Somme gamma – neutrons : 1 $\mu\text{Sv}\cdot\text{h}^{-1}$	Somme gamma – neutrons : 0,5 $\mu\text{Sv}$ sur une heure
7N	Neutron		

# Dosimétrie d'ambiance continue

- ▶ Dosimètres à lecture différée gamma et neutrons pour une surveillance des zones attenantes délimitées ou non délimitées.
- ▶ Maillage important au début de l'exploitation



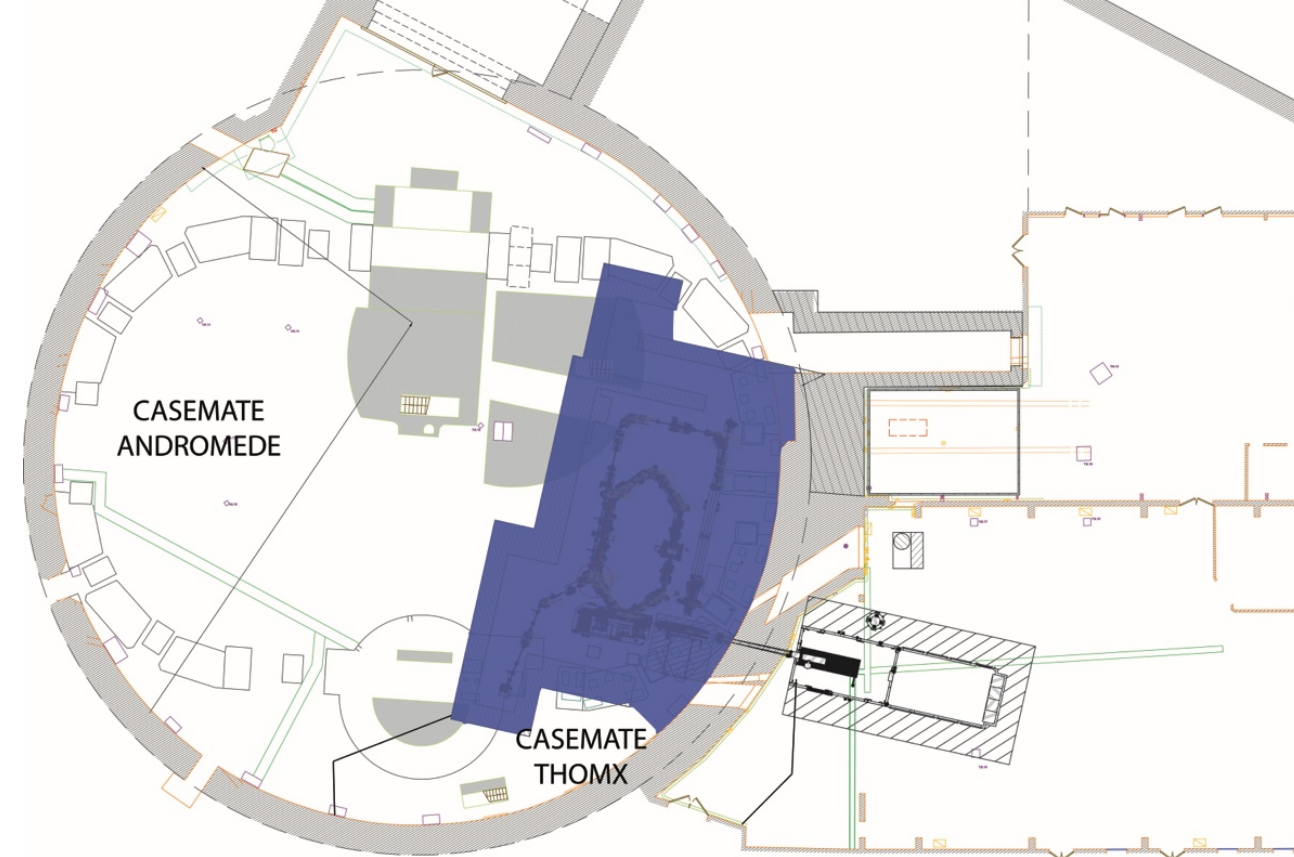
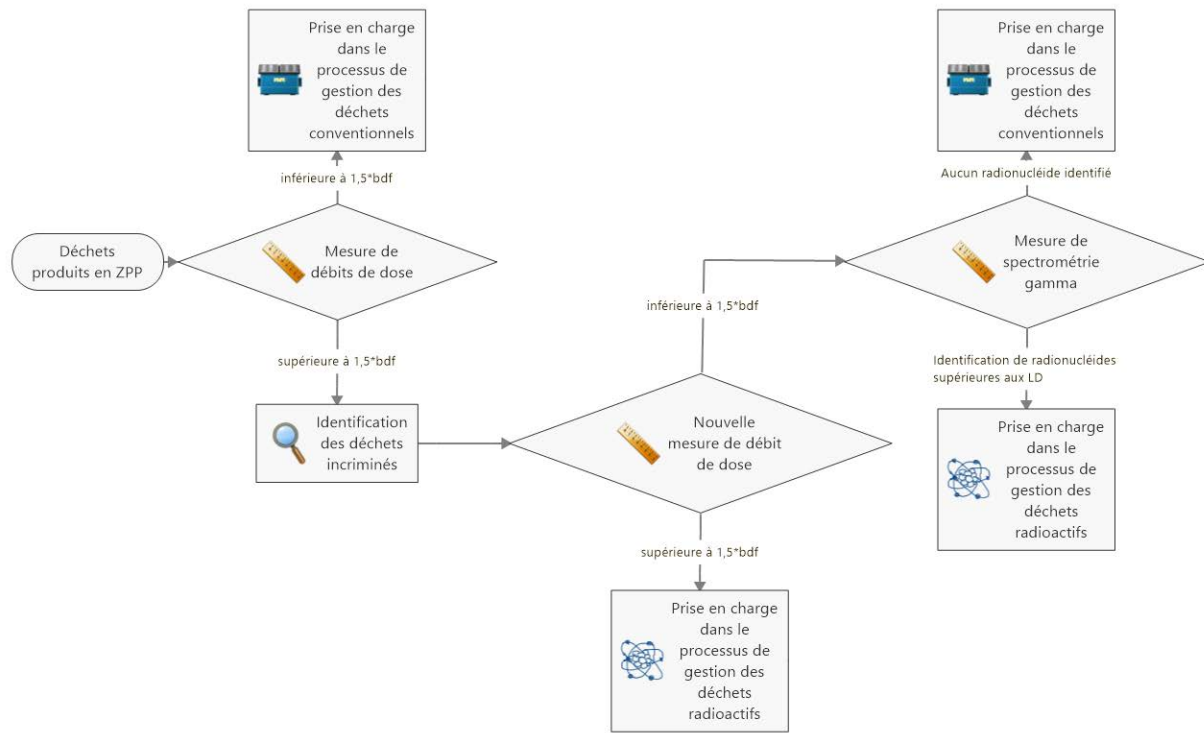


# Activation de l'air

	Activité totale rejetée sur une année de fonctionnement (scénario pénalisant - Bq)			
Radionucléides	Phase 1	Phase 2	Phase 2bis	Phase 3
H <sup>3</sup>	2,0 <sup>e1</sup>	1,3 <sup>e3</sup>	6,3 <sup>e4</sup>	1,4 <sup>e5</sup>
Be <sup>7</sup>	4,6 <sup>e-4</sup>	2,8 <sup>e4</sup>	1,4 <sup>e6</sup>	3,9 <sup>e6</sup>
S <sup>35</sup>	1,8 <sup>e-6</sup>	3,1 <sup>e3</sup>	1,5 <sup>e5</sup>	2,7 <sup>e5</sup>
Ar <sup>37</sup>	2,1 <sup>e3</sup>	6,3 <sup>e3</sup>	3,2 <sup>e5</sup>	6,4 <sup>e5</sup>
Ar <sup>41</sup>	6,1 <sup>e6</sup>	7,9 <sup>e6</sup>	4,0 <sup>e8</sup>	1,2 <sup>e9</sup>

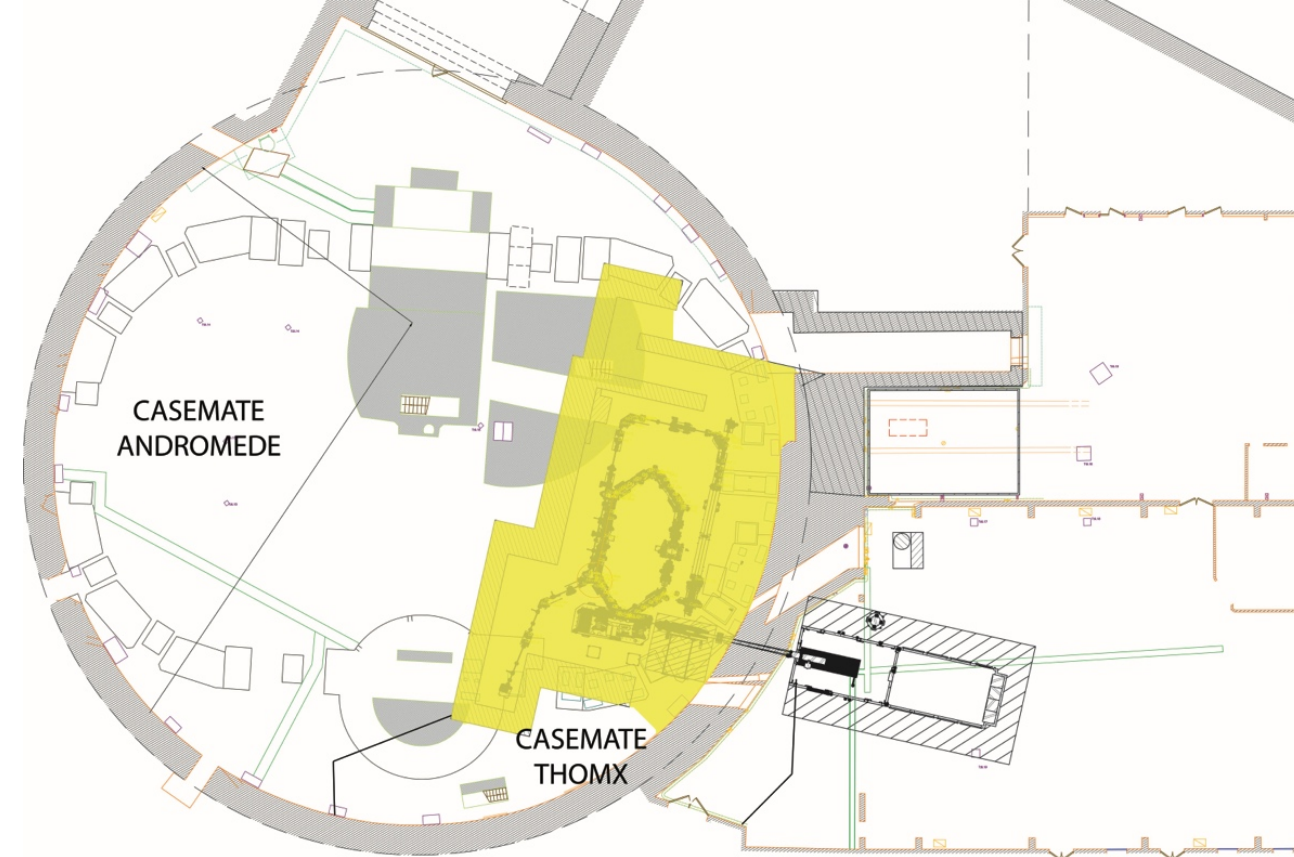
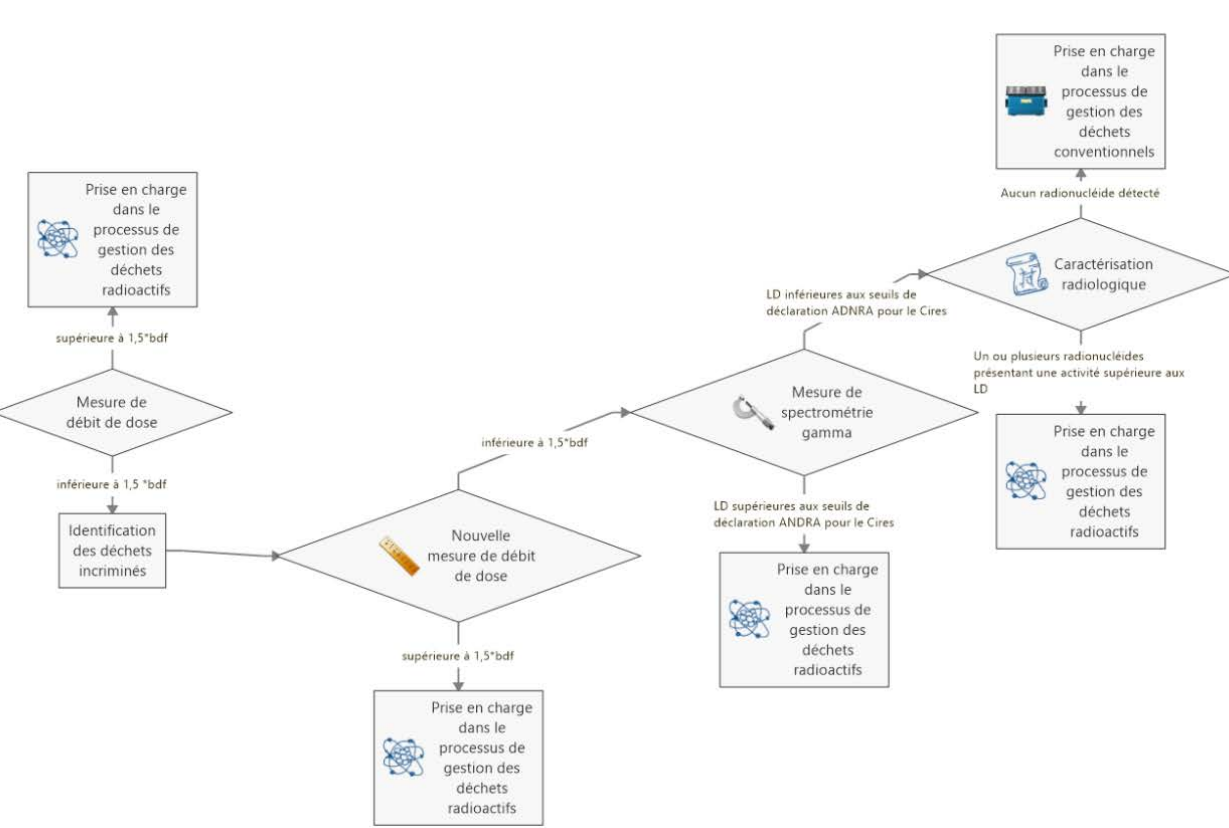
Radionucléides	Mode de fonctionnement	Dose efficace intégrée pour une année de fonctionnement (µSv)			
		Phase 1	Phase 2	Phase 2bis	Phase 3
H <sup>3</sup>	Fonctionnement continu	2,3 <sup>e-7</sup>	1,5 <sup>e-5</sup>	7,3 <sup>e-4</sup>	1,6 <sup>e-3</sup>
Be <sup>7</sup>		9,3 <sup>e-12</sup>	5,7 <sup>e-4</sup>	2,8 <sup>e-2</sup>	7,9 <sup>e-2</sup>
S <sup>35</sup>		1,1 <sup>e-12</sup>	2,0 <sup>e-3</sup>	9,5 <sup>e-2</sup>	1,7 <sup>e-1</sup>
Ar <sup>37</sup>		3,3 <sup>e-11</sup>	1,0 <sup>e-10</sup>	5,0 <sup>e-9</sup>	1,0 <sup>e-8</sup>
Ar <sup>41</sup>		7,6 <sup>e-4</sup>	9,9 <sup>e-4</sup>	5,0 <sup>e-2</sup>	1,5 <sup>e-1</sup>
Total		7,6 <sup>e-4</sup>	3,6 <sup>e-3</sup>	1,7 <sup>e-1</sup>	4,1 <sup>e-1</sup>
H <sup>3</sup>		Fonctionnement fractionné	1,0 <sup>e-6</sup>	2,4 <sup>e-5</sup>	1,2 <sup>e-3</sup>
Be <sup>7</sup>	4,9 <sup>e-12</sup>		3,0 <sup>e-4</sup>	1,5 <sup>e-2</sup>	4,2 <sup>e-2</sup>
S <sup>35</sup>	8,0 <sup>e-13</sup>		1,4 <sup>e-3</sup>	6,7 <sup>e-2</sup>	1,2 <sup>e-1</sup>
Ar <sup>37</sup>	5,8 <sup>e-10</sup>		1,7 <sup>e-9</sup>	8,6 <sup>e-8</sup>	1,8 <sup>e-7</sup>
Ar <sup>41</sup>	8,9 <sup>e-3</sup>		1,2 <sup>e-2</sup>	5,9 <sup>e-1</sup>	1,8 <sup>e0</sup>
Total	8,9 <sup>e-3</sup>		1,3 <sup>e-2</sup>	6,7 <sup>e-1</sup>	2,0 <sup>e0</sup>





# Gestion des déchets radioactifs

## Phase 1-2



# Gestion des déchets radioactifs

## Phase 2bis - 3



# Gestion des déchets radioactifs

- ▶ ZPP : mesure de debits de dose sur les éléments et déchets sortants de la sale accélérateur (Conforme si  $< 1,5 * BDF$ )
- ▶ ZDPR : mesure de debit de dose sur les éléments et déchets sortants de la salle accélérateur + caractérisation radiologique.

## ZONE A DECHETS POTENTIELLEMENT RADIOACTIFS

---

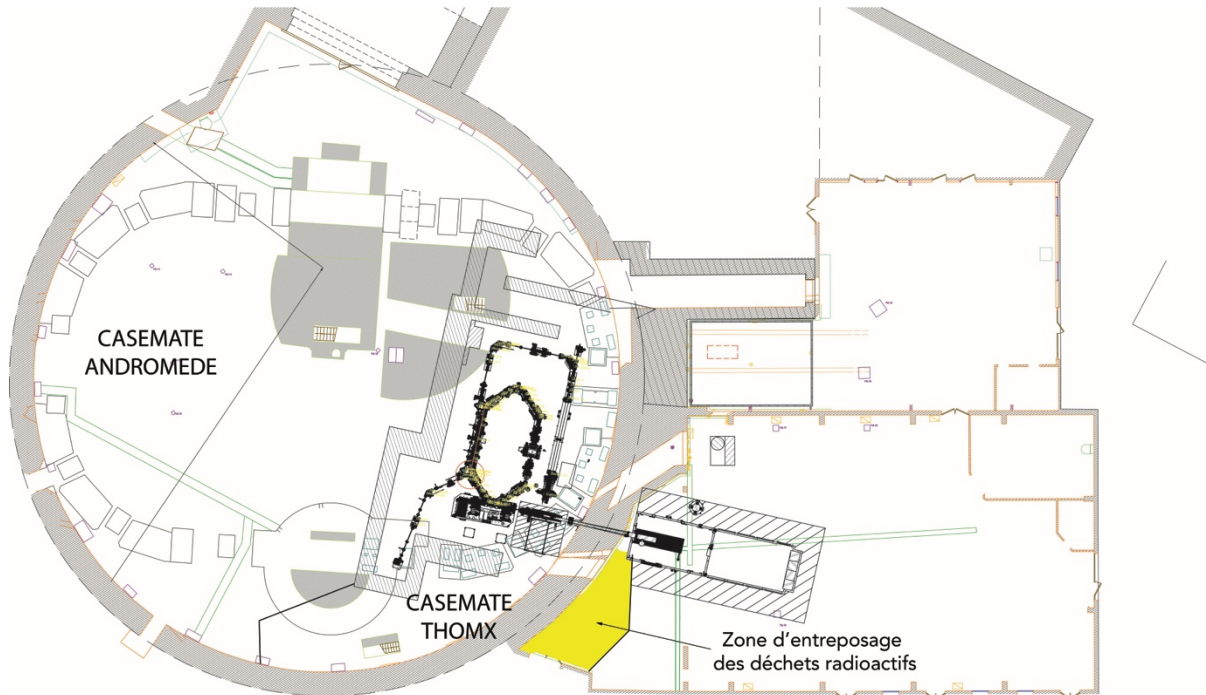
Toute sortie de déchets se fait sous la supervision d'une PCR de ThomX

## ZONE PROCHE DU PROCEDE NUCLEAIRE

---

Avant toute sortie de déchets :

Contrôle radiologique obligatoire  
par une PCR de ThomX



# Gestion des déchets radioactifs

Entreposage des déchets radioactifs dans le local ventilation (Hall D1)

# Prochaines étapes

- ▶ Réponses aux différentes demandes de compléments ASN - IRSN
- ▶ Obtention de l'autorisation « recette »
- ▶ Validation des blindages radiologiques, du PSS, du SSR
- ▶ Mise en œuvre d'expériences pour la validation des simulations numériques : utilisation de détecteurs d'activations