IRSN
INSTITUT
DE RADIOPROTECTION
ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

Conséquences radiologiques et dosimétriques en cas d'accident nucléaire : prise en compte dans la démarche de sûreté et enjeux de protection

9 juin 2010 / UIC Paris

Présenté par E. COGEZ, IRSN

Contexte des études des accidents
La défense en profondeur

« Bien que les mesures prises pour prévenir les erreurs, les incidents et les accidents soient, en principe, de nature à les éviter, on postule qu'il s'en produit et on étudie et met en place les moyens d'y faire face, pour ramener leurs conséquences à des niveaux jugés acceptables.

Ceci ne dispense pas d'étudier des situations encore plus graves, dont les causes ne sont pas toujours identifiées, et d'être prêts à les affronter dans les meilleures conditions possibles. »

Jacques LIBMANN, extrait du livre « Eléments de Sûreté Nucléaire »

Les organisations de crise
Derniers niveaux de la défense en profondeur

Années 80

TMI

Années 60

Limitation des conséquences pour les populations
Plan Particulier d'Intervention

Maîtrise des accidents graves (maintien du confinement)
Plan d'Urgence Interne - Procédures ultimes

Maîtrise des accidents du domaine de dimensionnement
Systèmes de sauvegarde, procédures (moyens d'actions)

Maintient de l'installation dans le domaine autorisé
Mesures – systèmes de régulation/de protection - Surveillance (détection)

Prévention des anomalies de fonctionnement et des défaillances des systèmes
Doter l'installation d'une résistance intrinsèque (conception) - Règles d'exploitation, formation

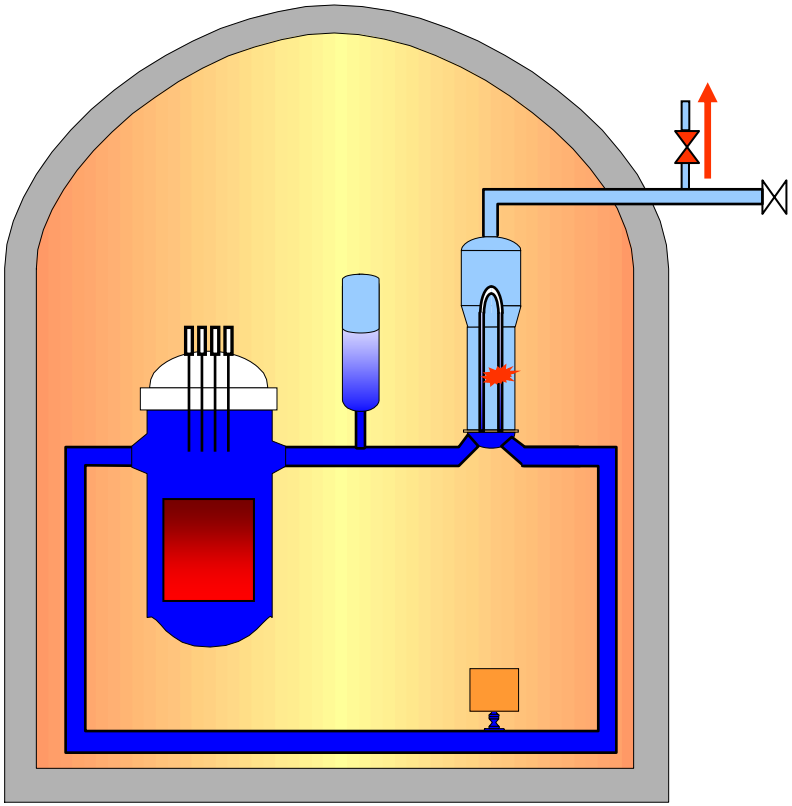
Plan de la présentation

- **Plan Particulier d'Intervention**
  - L'ultime ligne de défense
  - Fondé sur l'étude de scénarios d'accident grave peu probables

- **Exemple de 2 scénarios d'accident sur un réacteur à eau pressurisée (REP)**
  - Accident de rupture de tubes de générateur de vapeur (RTGV)
  - Accident par perte de réfrigérant primaire (APRP)

- **Pour chaque exemple**
  - Déroulement de l'accident
  - Conséquences dosimétriques et radiologiques

L'accident de RTGV



<u>L'accident</u> :

Rupture de tube(s) d'un GV

Arrêt automatique du réacteur
Démarrage de l'injection de sécurité
Isolement de la turbine

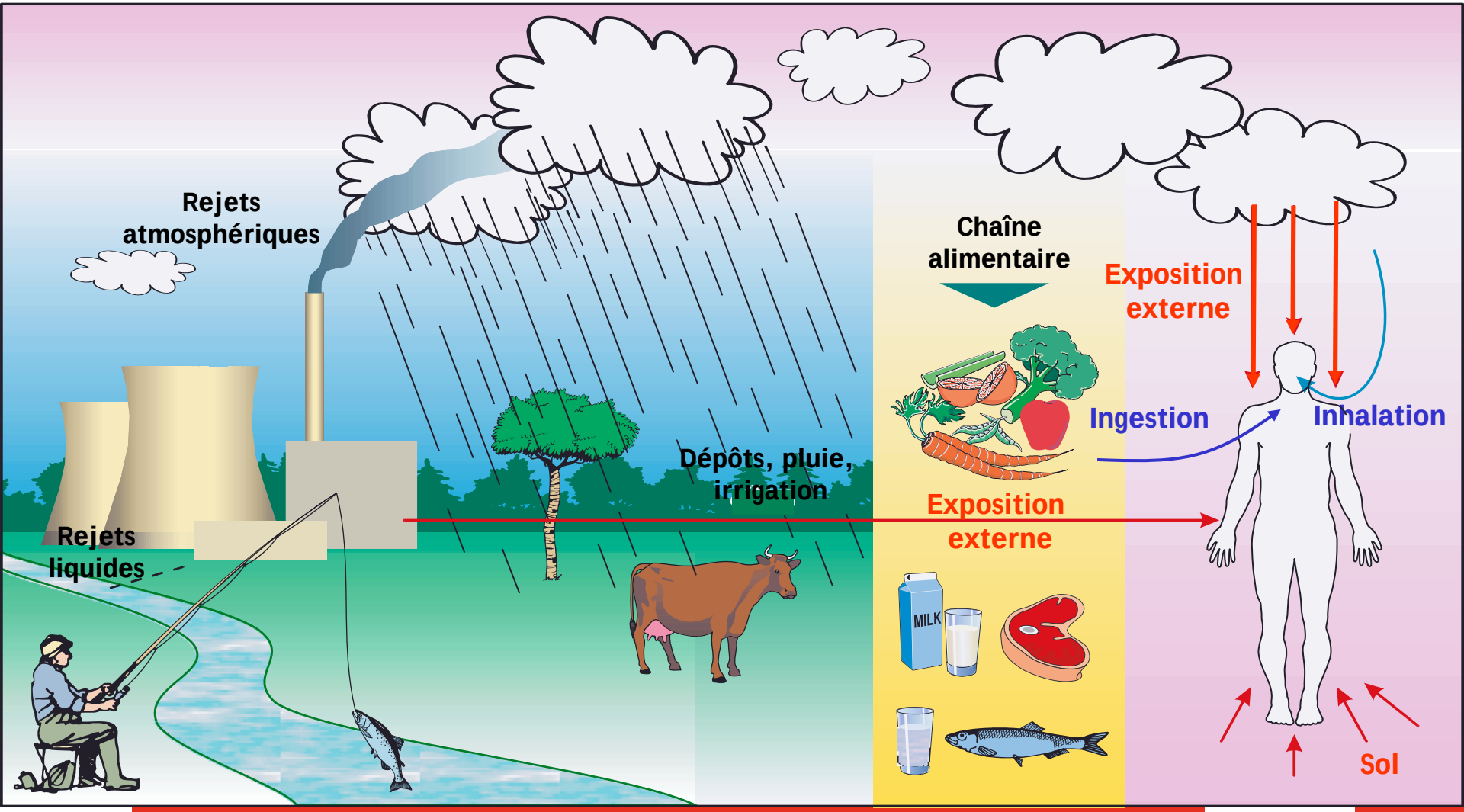
=> Début des rejets

Maitrise de l'accident

=> Fin des rejets

Bipasse direct de l'enceinte de confinement : rejets directs à l'atmosphère

Les différentes voies d'exposition en cas d'accident sur une INB



Conséquences dosimétriques et radiologiques (RTGV)

- **Hypothèses prépondérantes :**
  - Activité initiale de l'eau du circuit primaire (première limite des STE)
  - Conditions météorologiques : présence de pluie pendant la durée du rejet (1 heure)

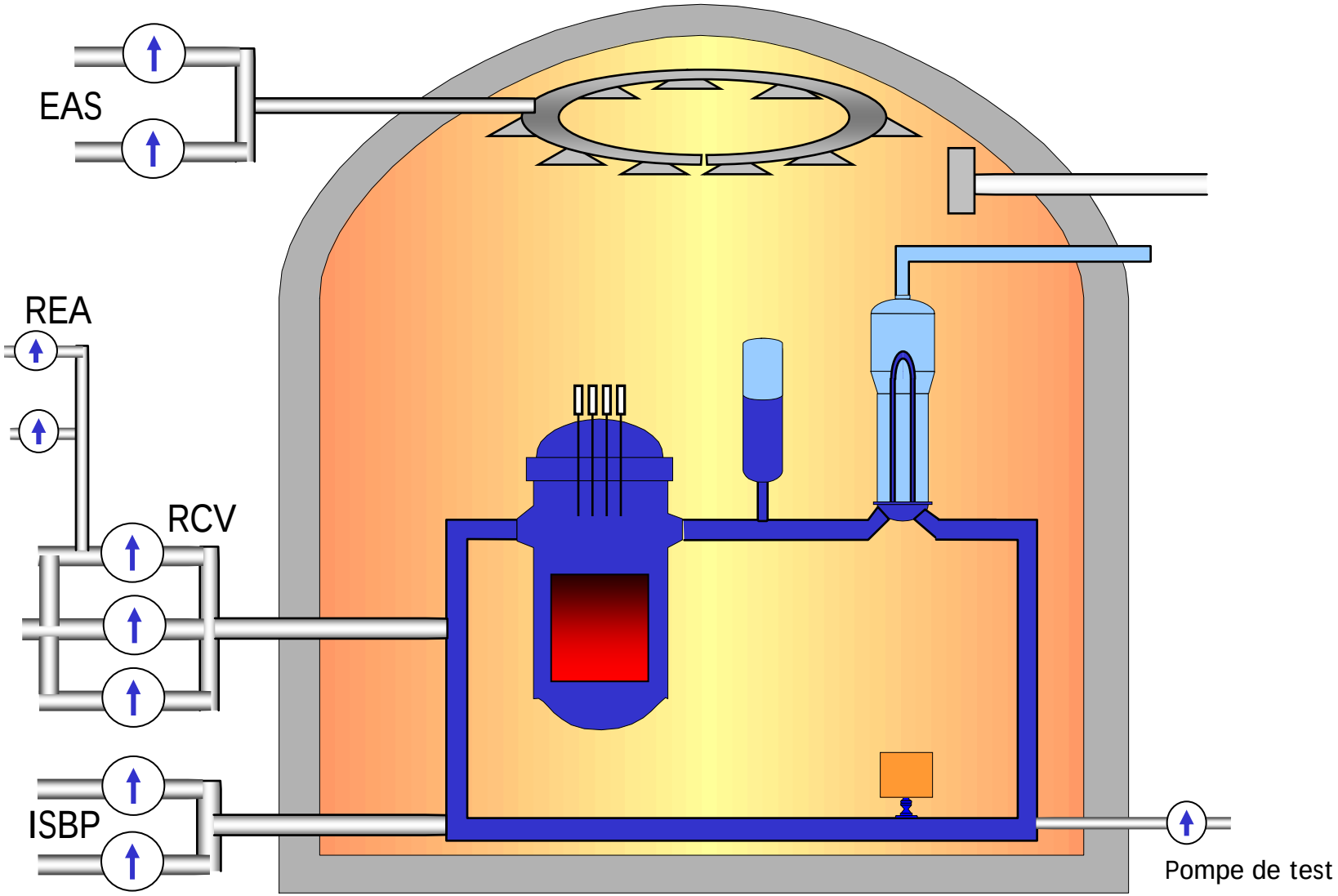
- **Exposition de l'enfant de 1 an sur les 24 premières heures (panache+ dépôts)**

Doses sur 24h (mSv)	*1 km*	*2 km*	*5 km*	*10 km*
Dose efficace totale	**6,7**	**2,0**	**0,3**	**0,07**
Dose équiv. thyroïde inhalation	**95**	**28**	**4,6**	**1,0**

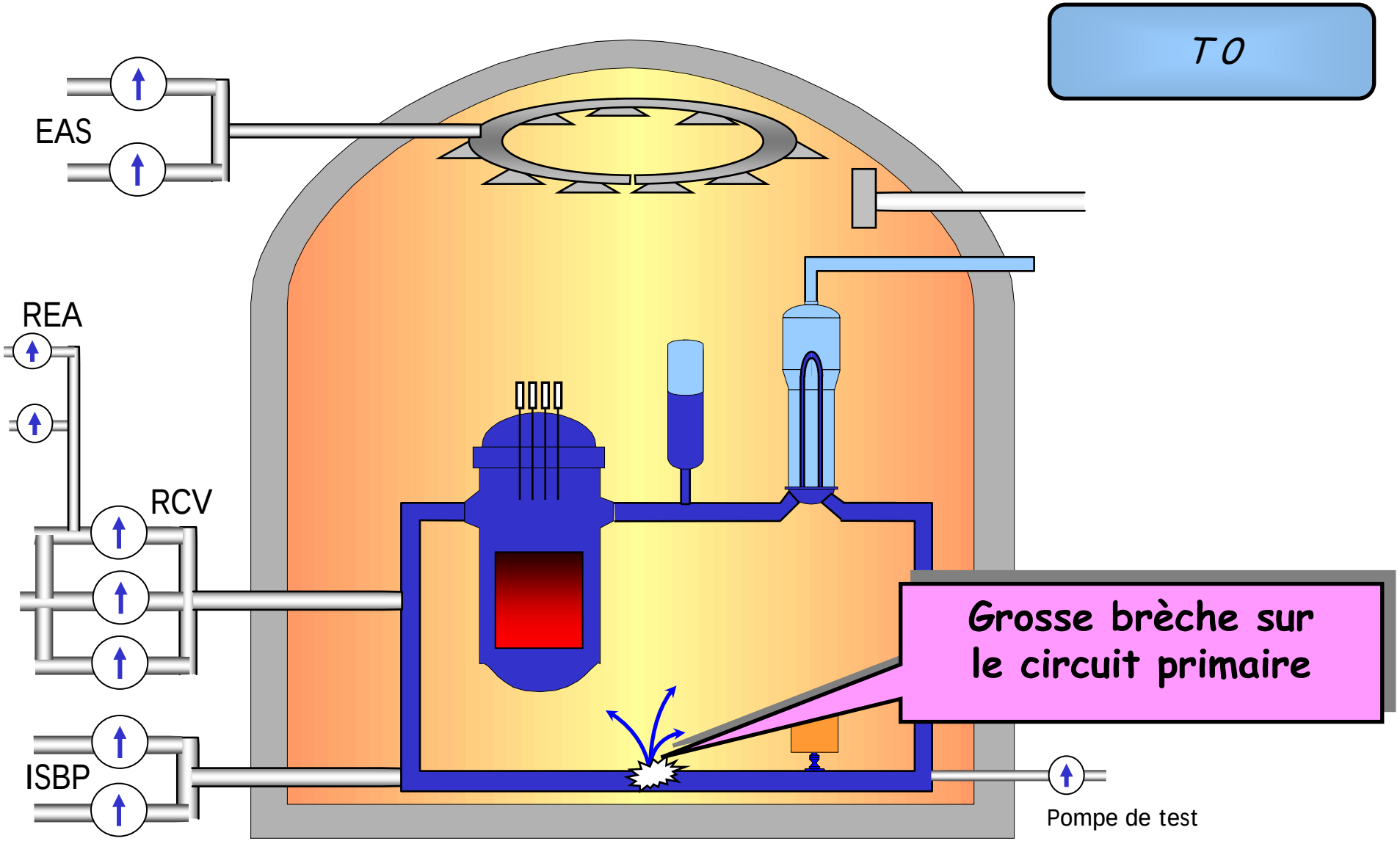
- **Caractérisation post-accidentelle de l'accident (dépôts)**

Dose sur le 1er mois (mSv) Enfant [2-7 ans]	*1 km*	*2 km*	*5 km*	*10 km*
Dose efficace totale hors ingestion	**2,2**	**0,7**	**0,1**	**0,03**
Dose efficace totale toutes voies	**139**	**42,6**	**7,8**	**2**
Dose équiv. à la thyroïde toutes voies	**2660**	**814**	**149**	**38**
Distances maximales d'atteinte des NMA			**De l'ordre de 36 km**	

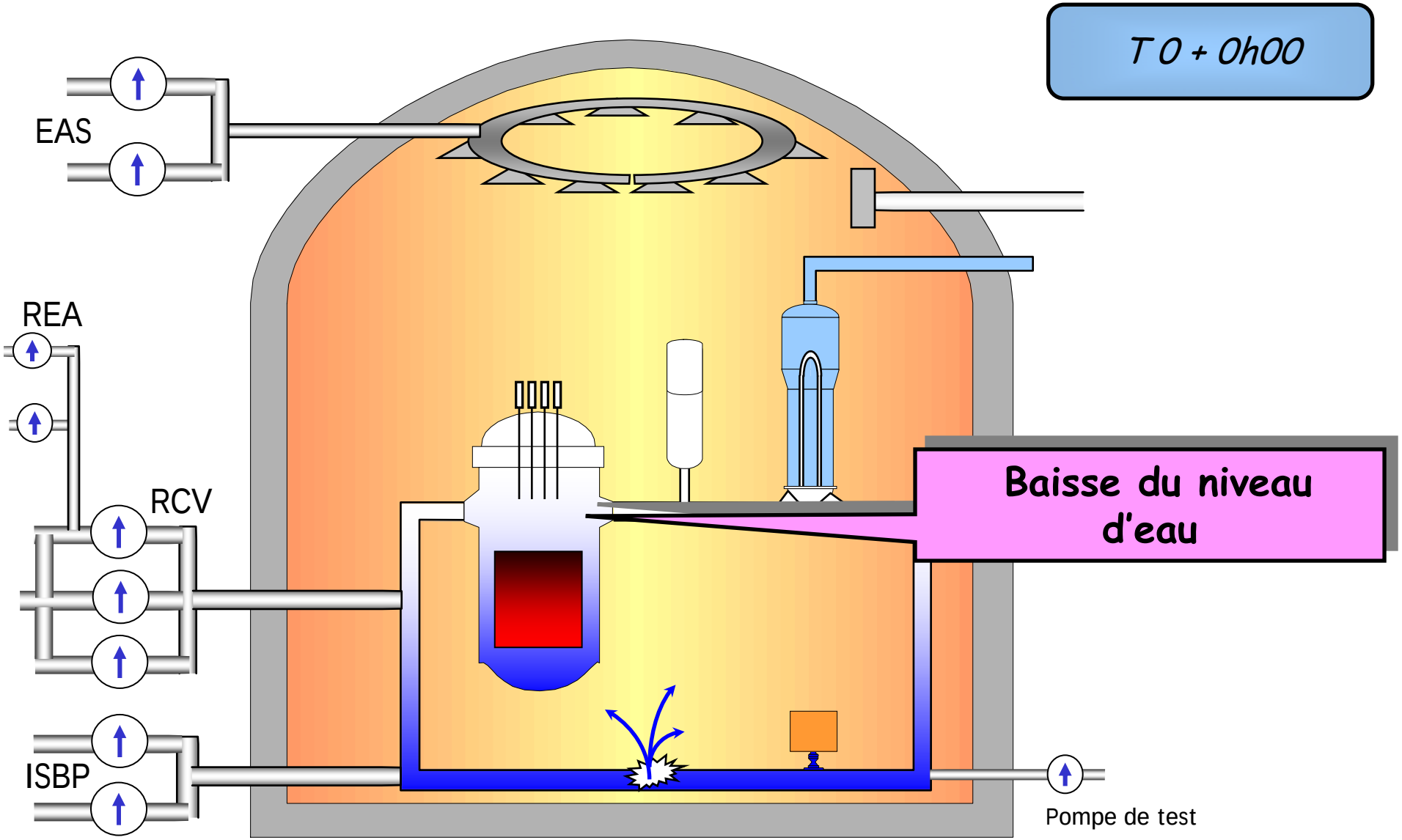
L'APRP - site de Dampierre



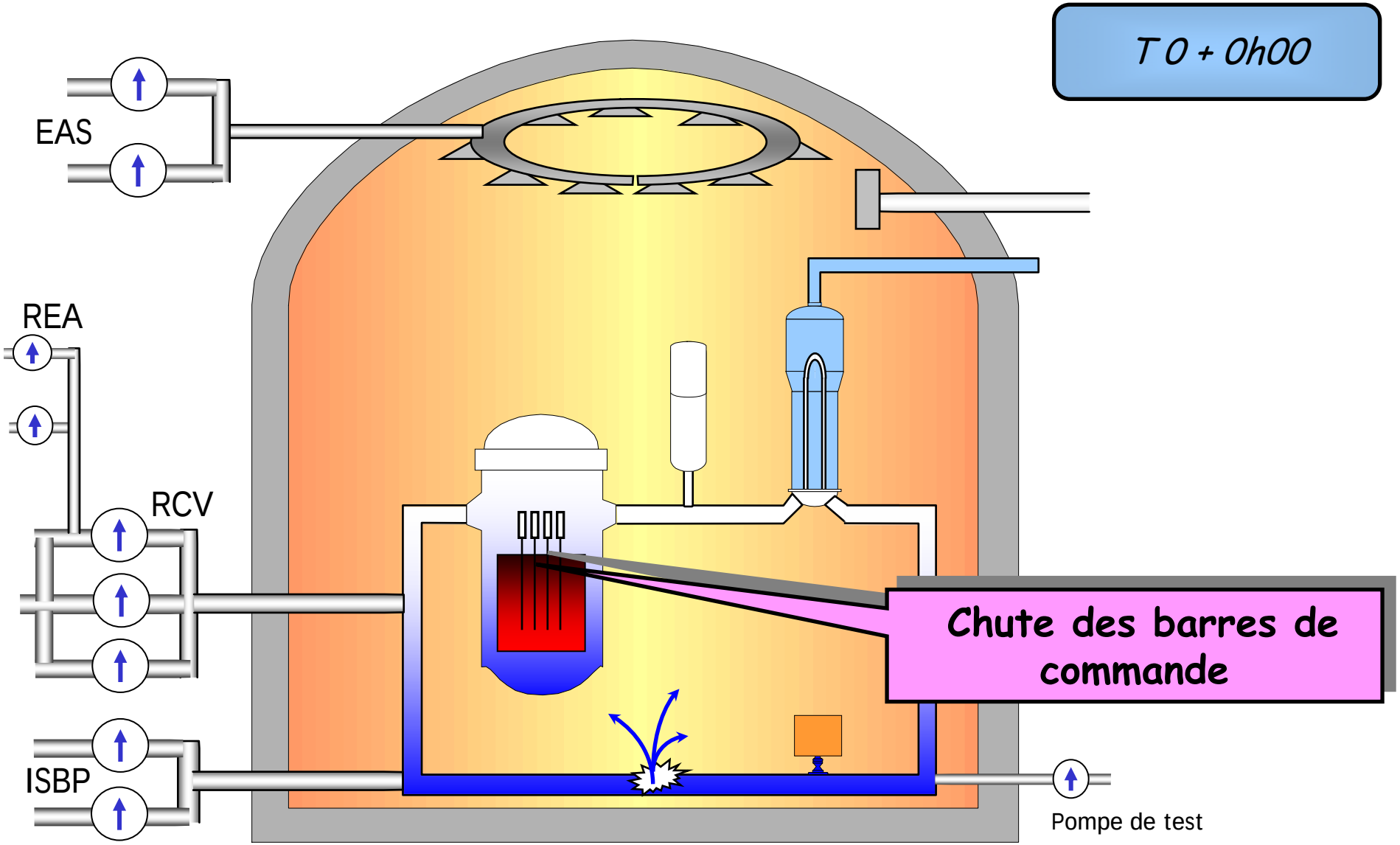
L'APRP : site de Dampierre



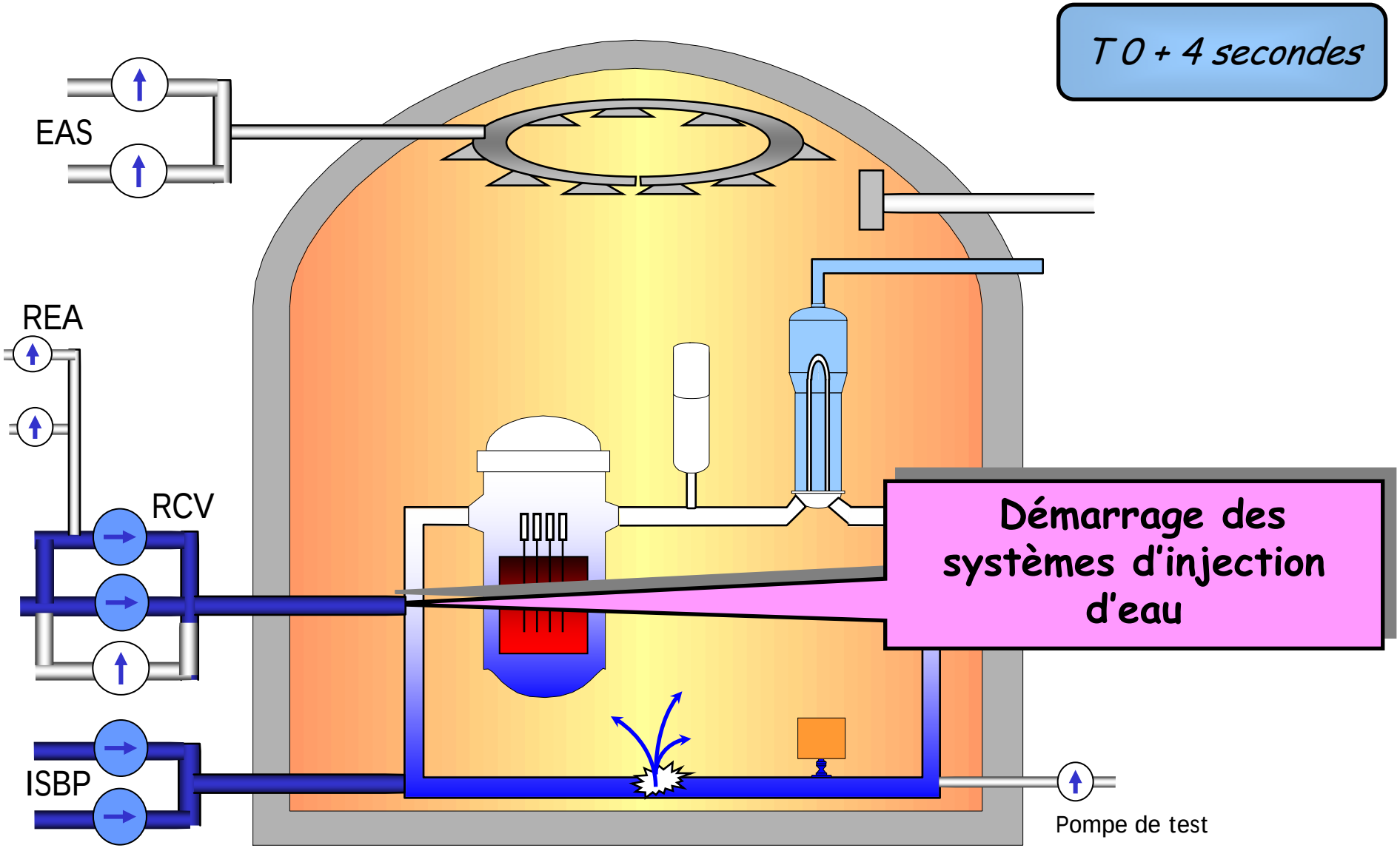
L'APRP : site de Dampierre



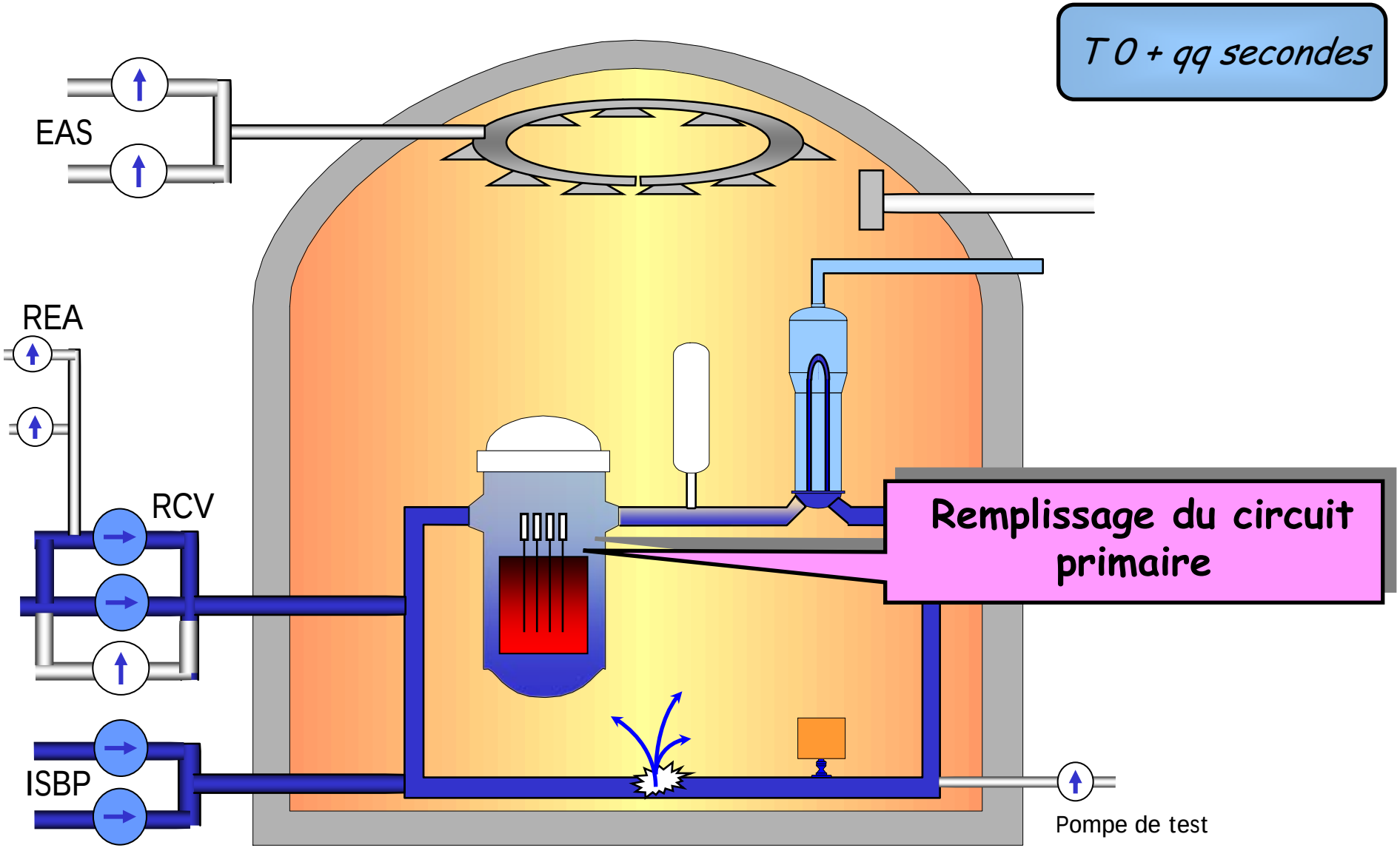
L'APRP : site de Dampierre



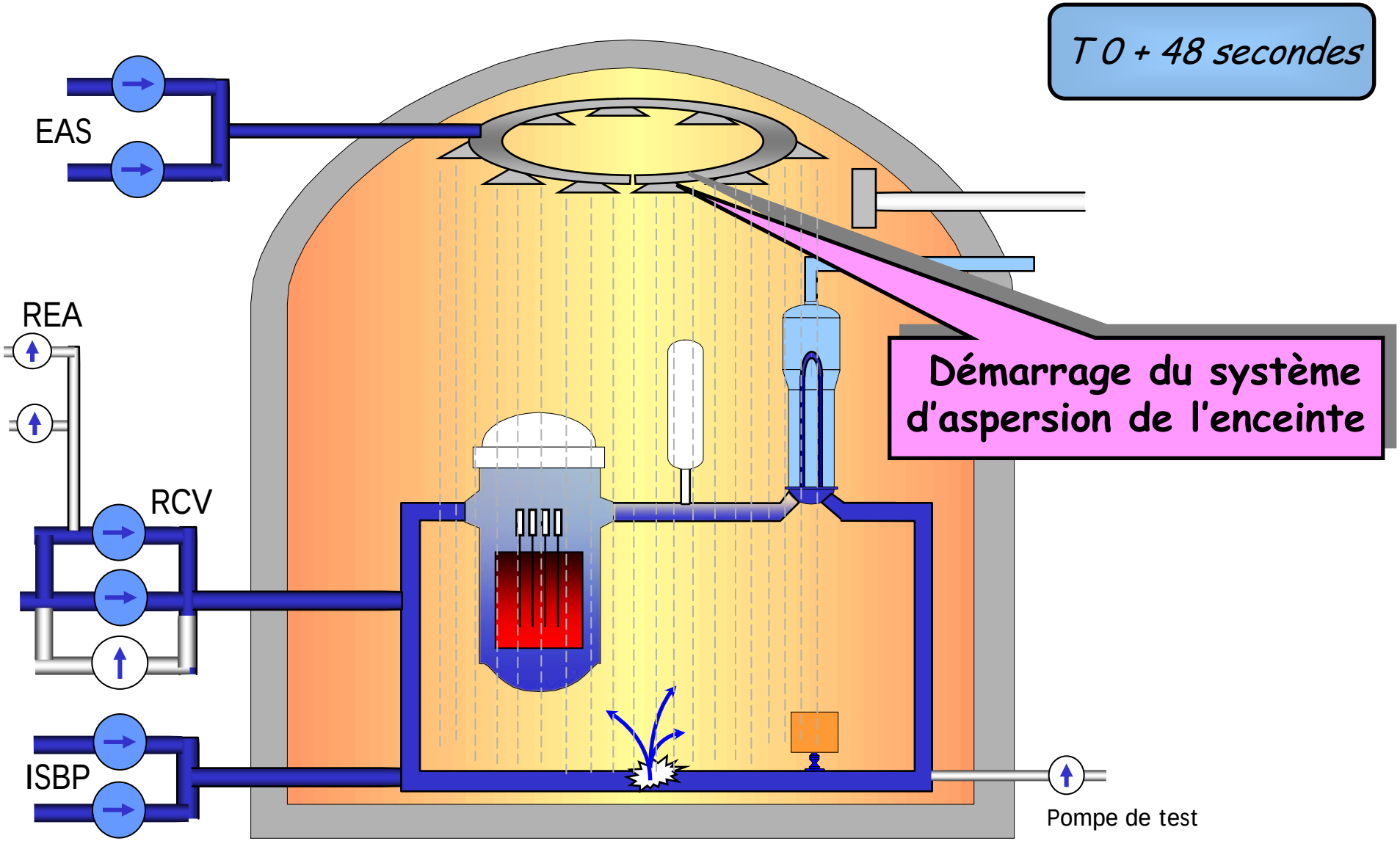
L'APRP : site de Dampierre



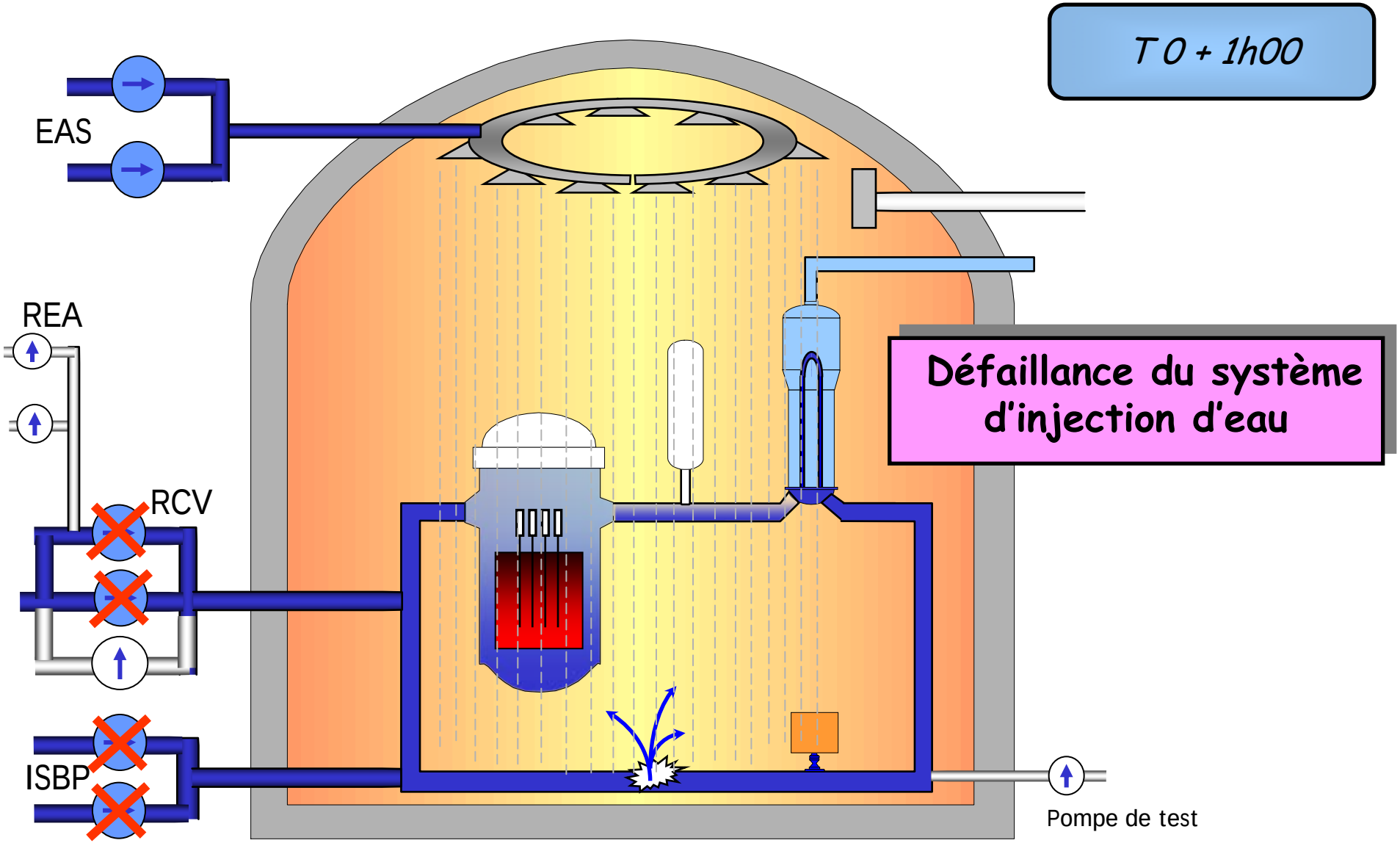
L'APRP : site de Dampierre



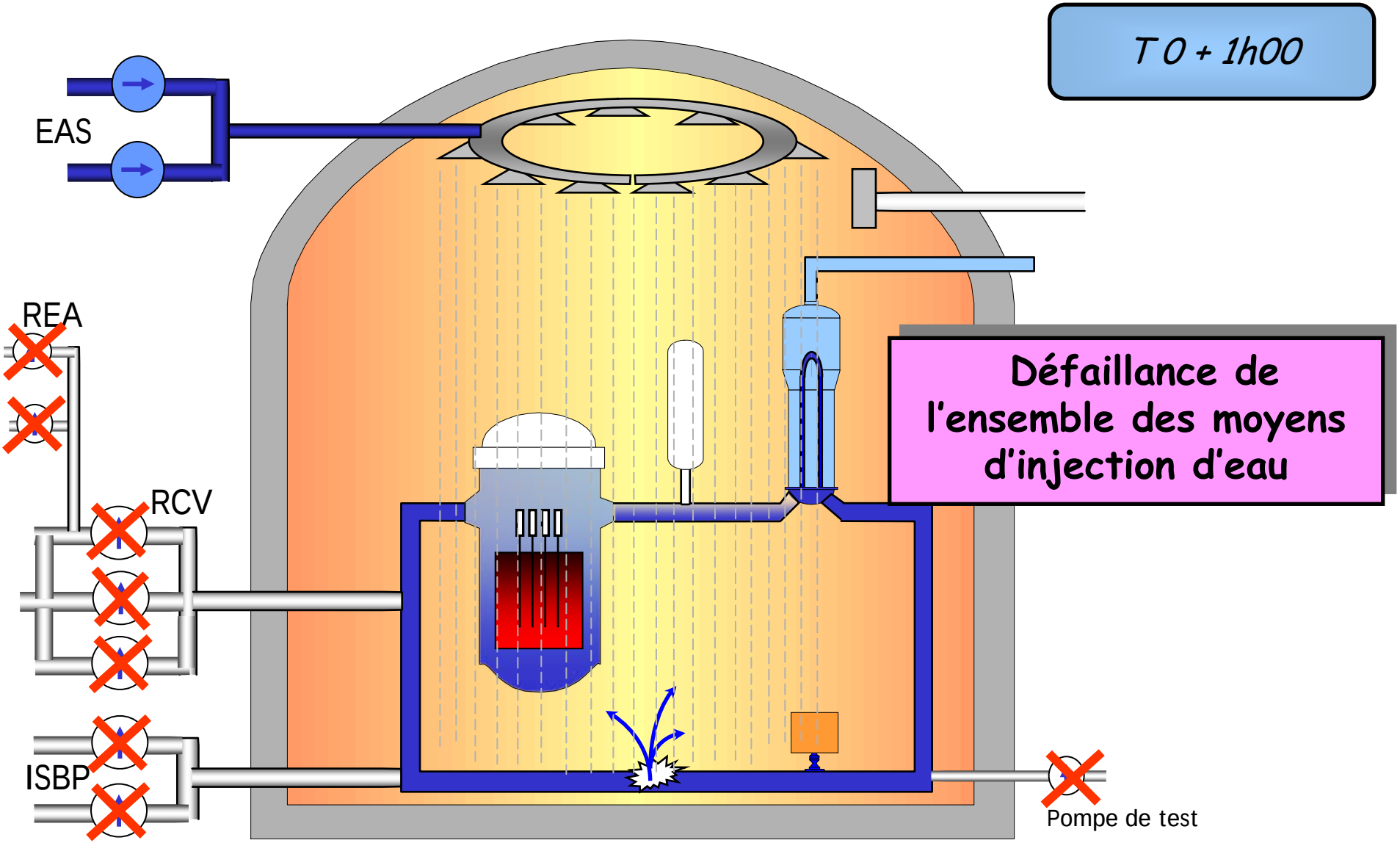
L'APRP : site de Dampierre



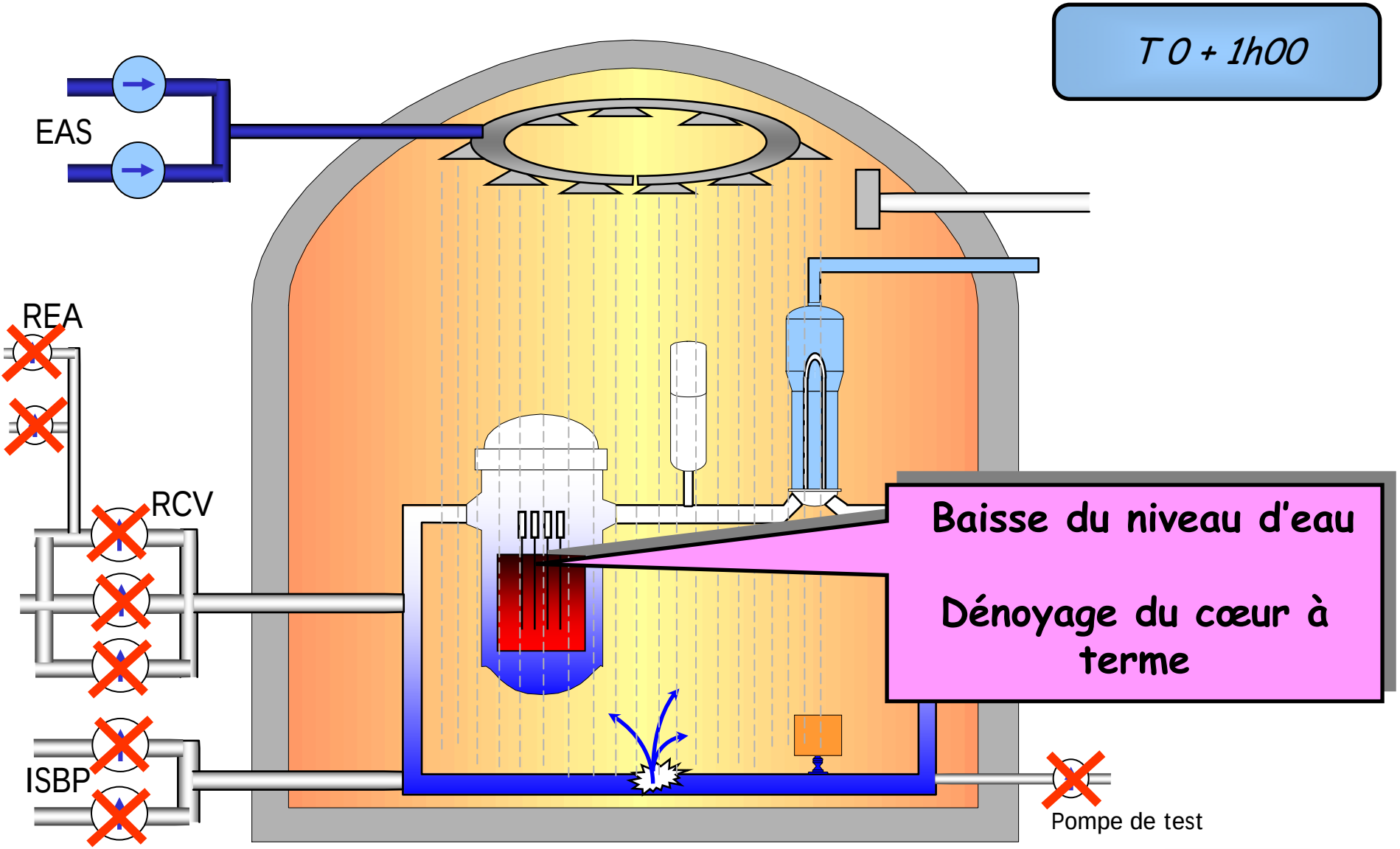
L'APRP : site de Dampierre



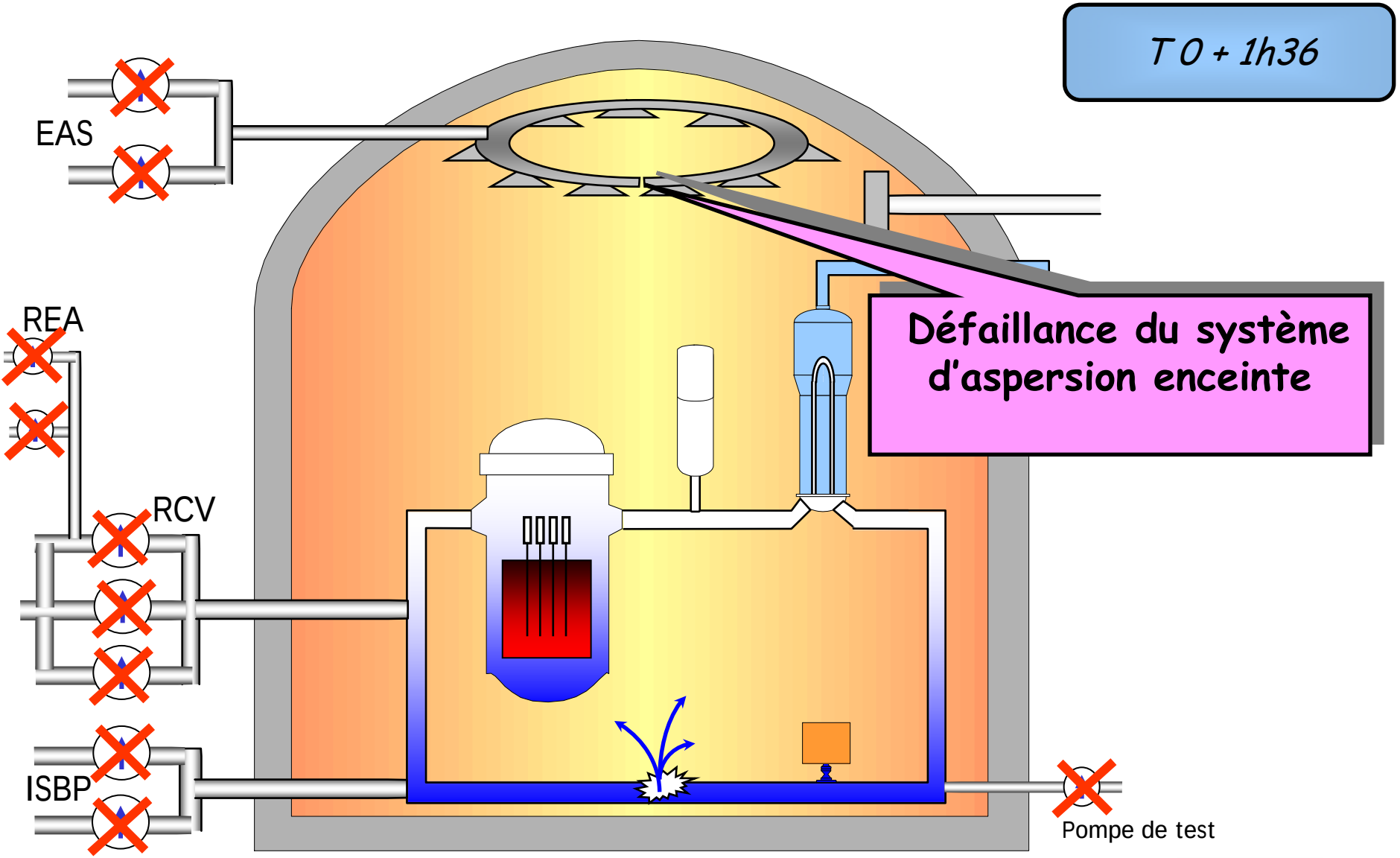
Cadre de l'étude : site de Dampierre



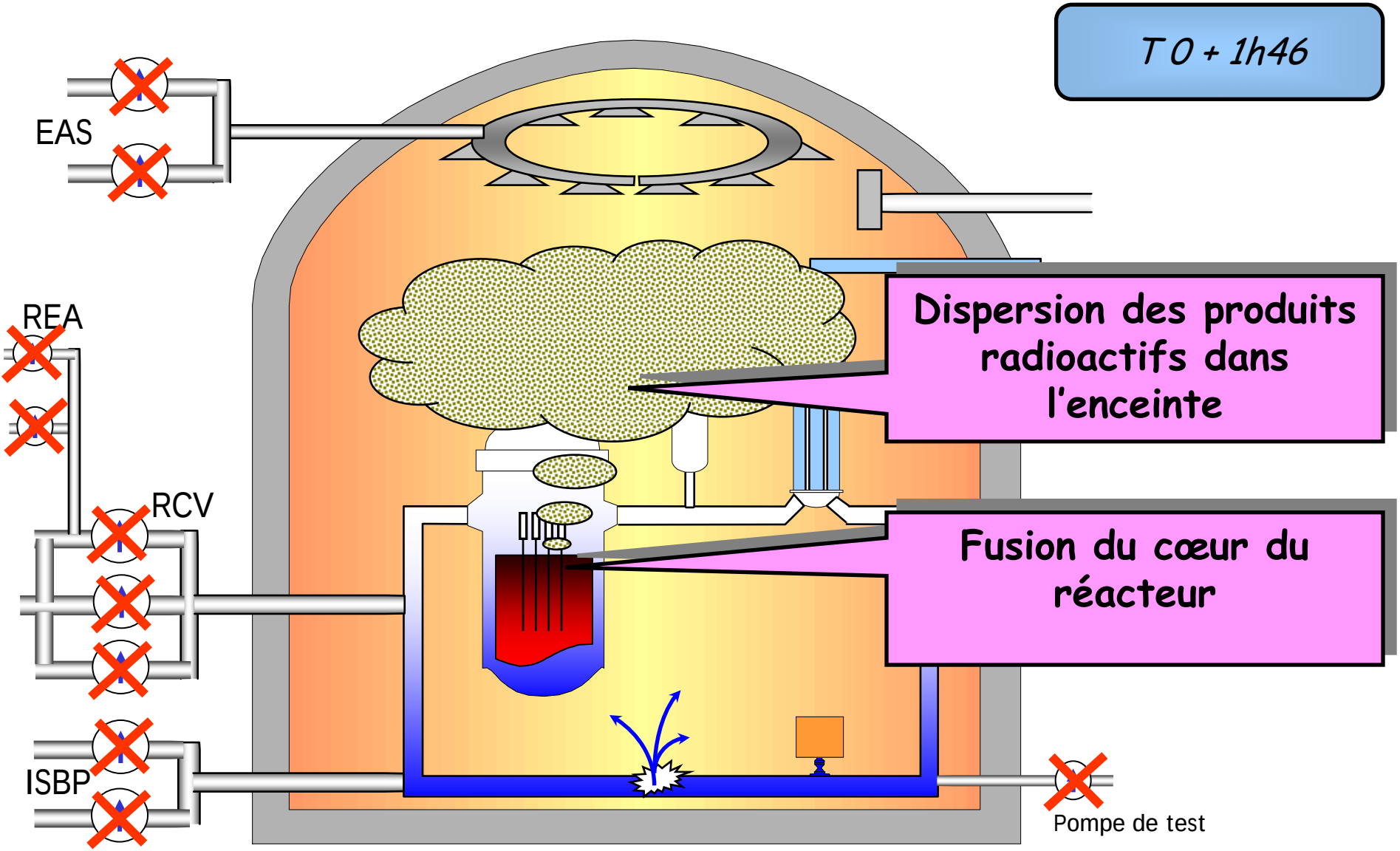
Cadre de l'étude : site de Dampierre



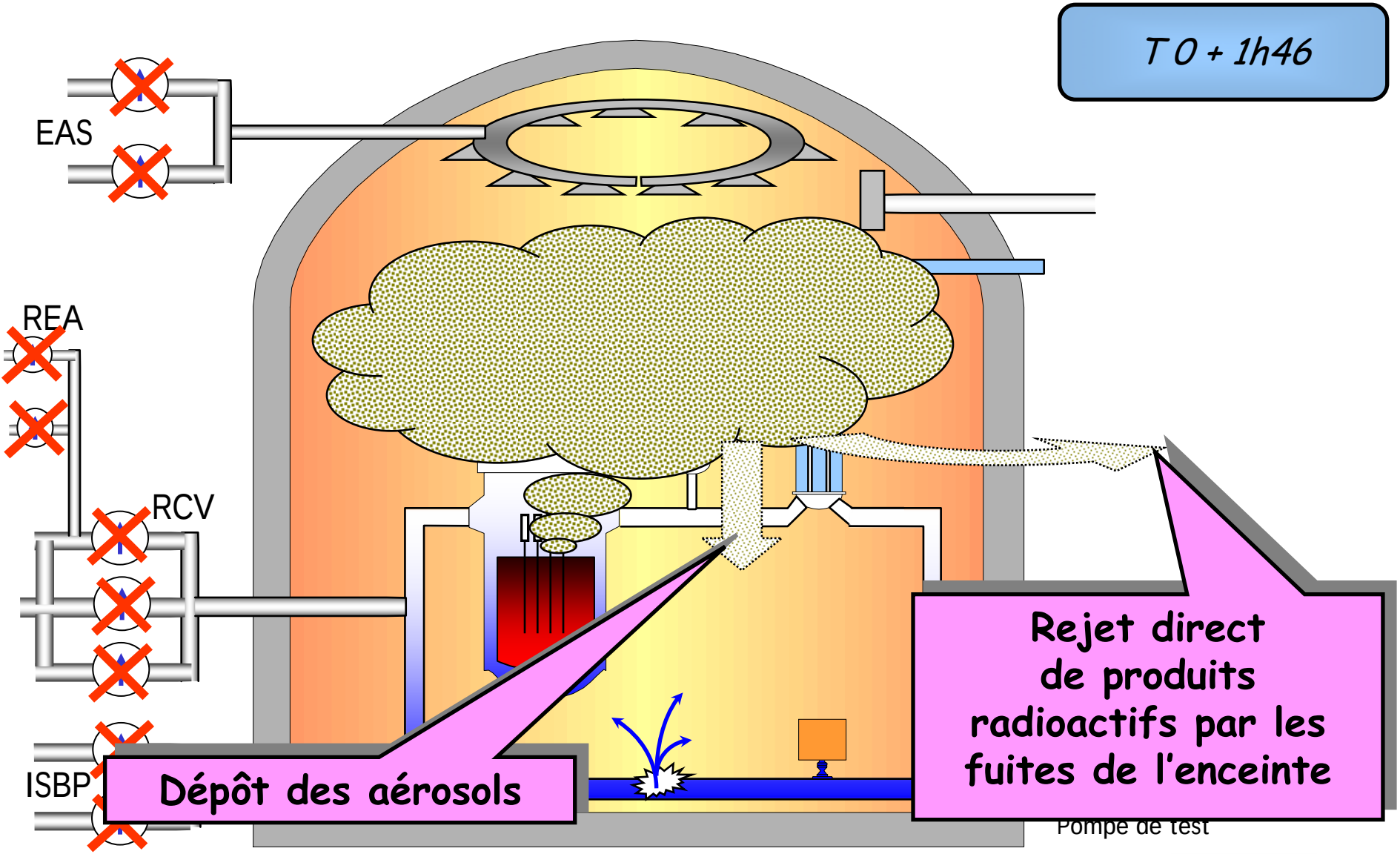
Cadre de l'étude : site de Dampierre



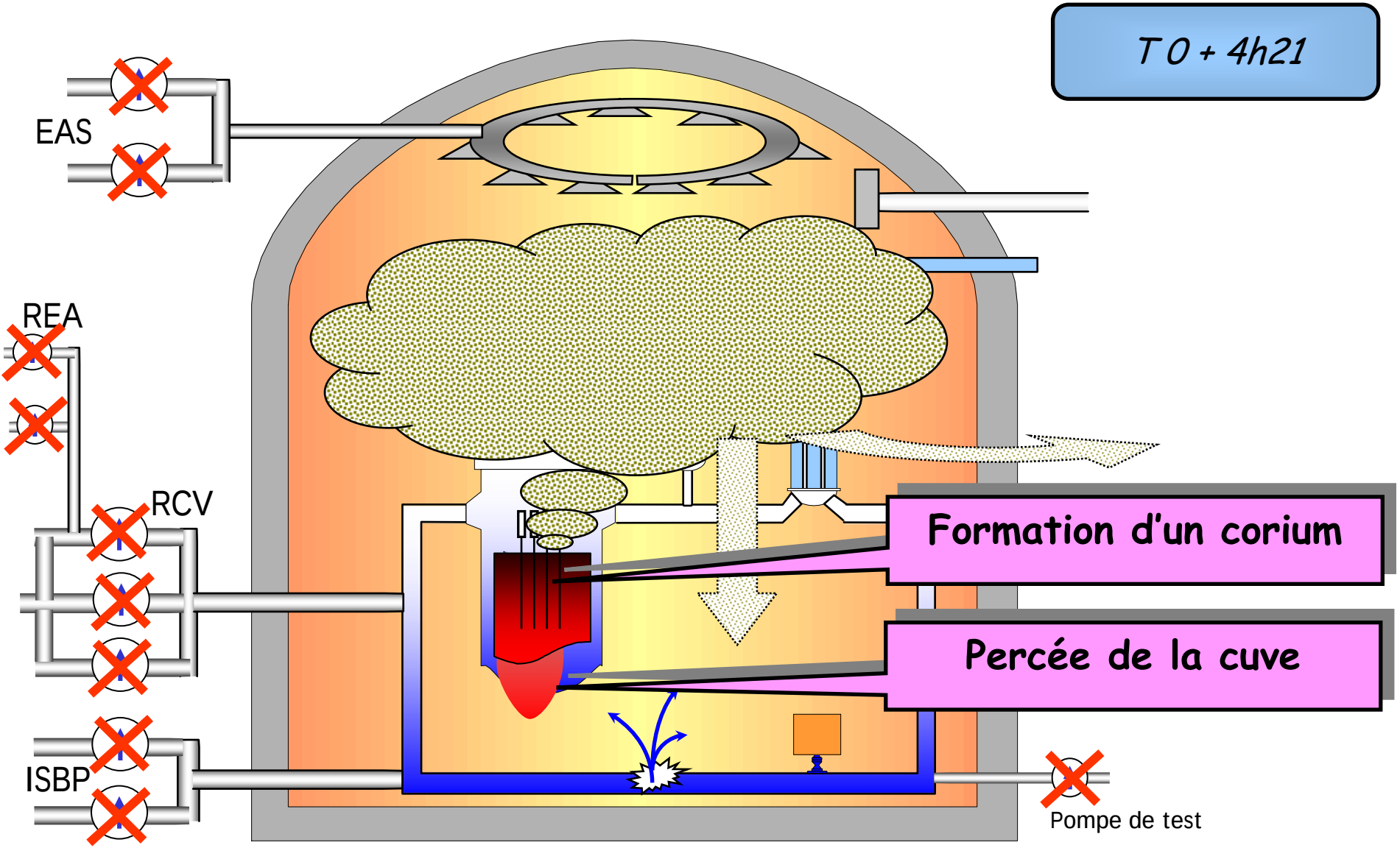
Cadre de l'étude : site de Dampierre



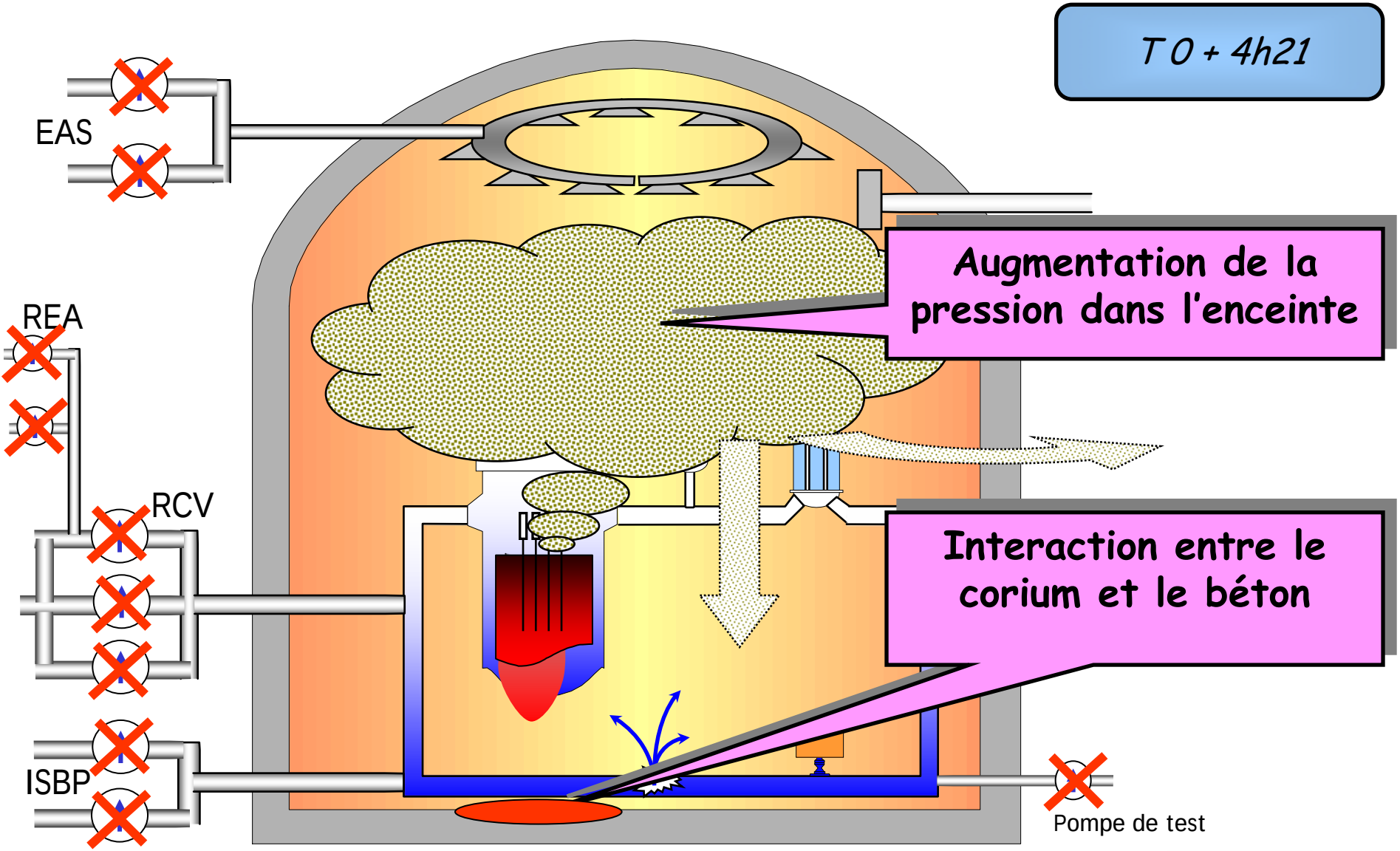
Cadre de l'étude : site de Dampierre



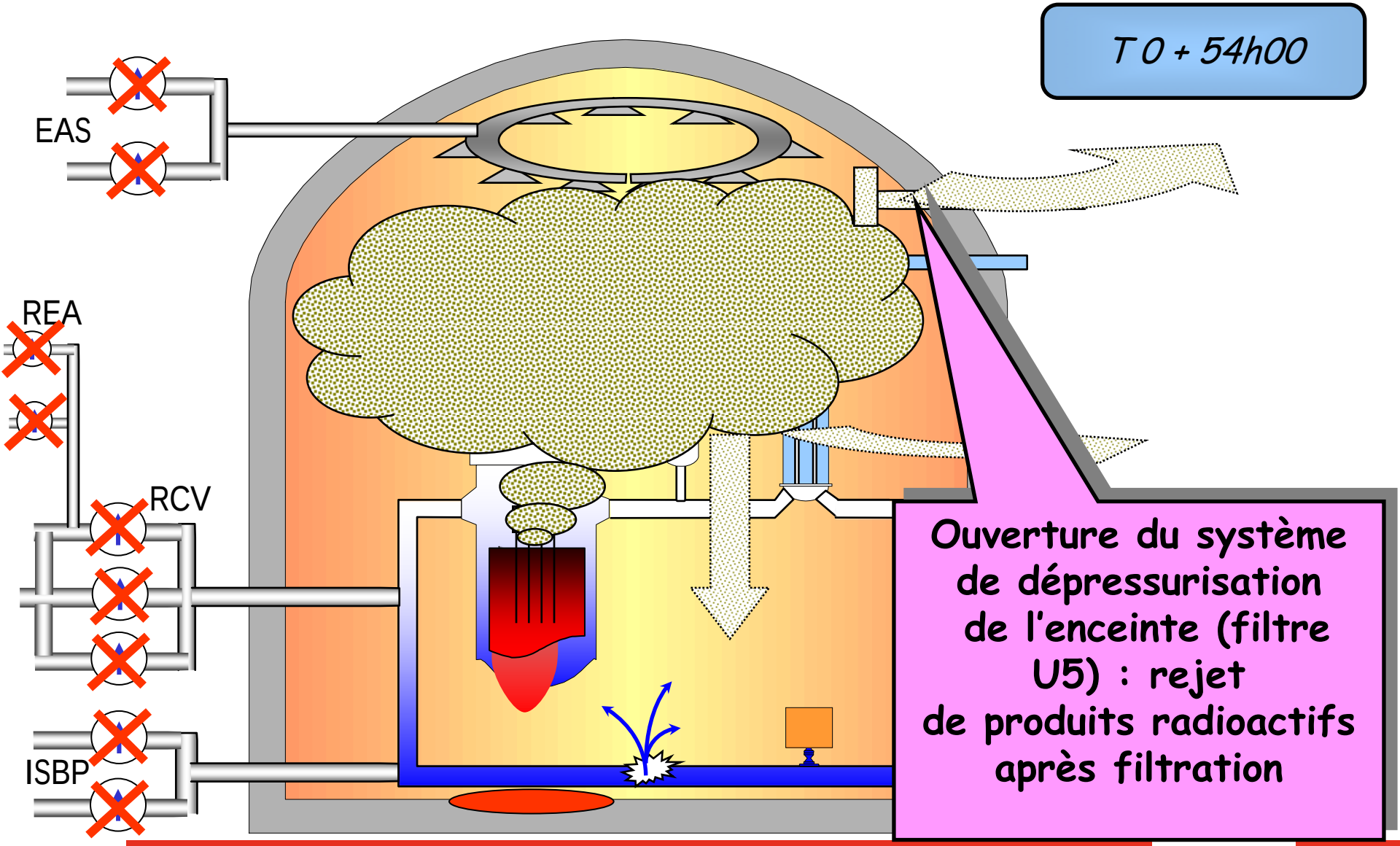
Cadre de l'étude : site de Dampierre



Cadre de l'étude : site de Dampierre

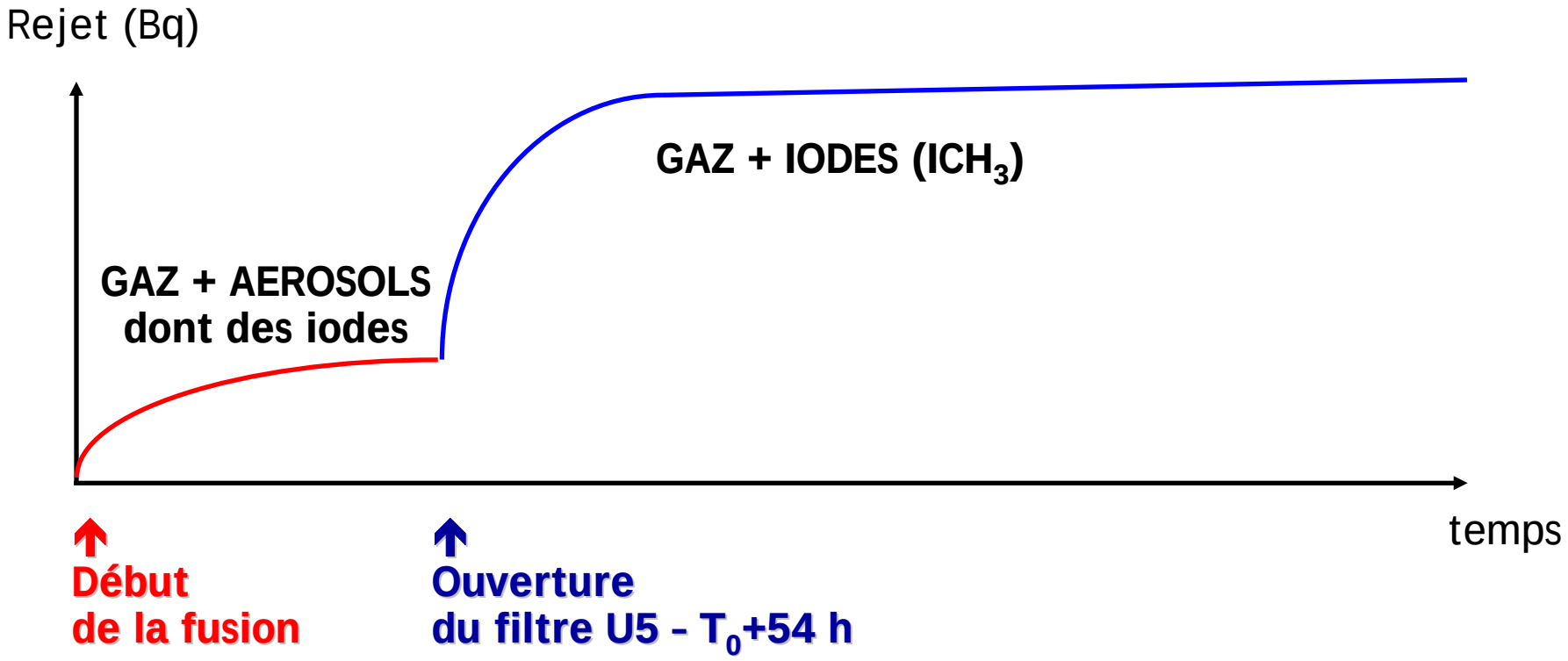


Cadre de l'étude : site de Dampierre



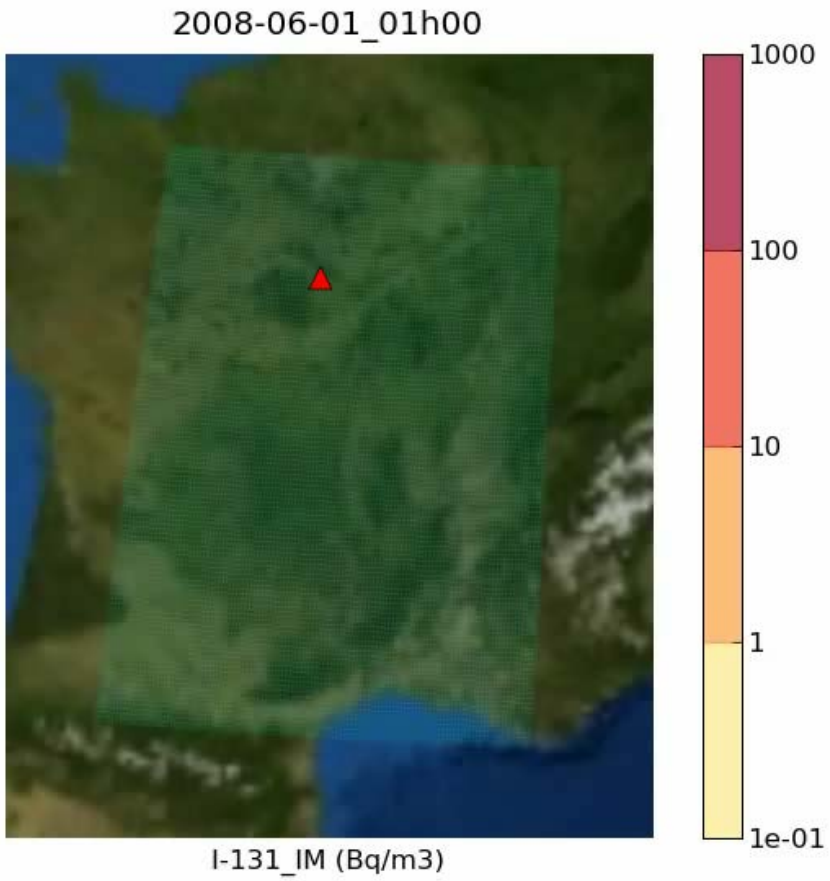
La cinétique des rejets
Conditions météorologiques

- **Rejet sur 15 jours**
- **Séquence météo réelle (25 avril au 11 mai 1986)**
  - Transposition à la période du 1e au 15 juin 2008

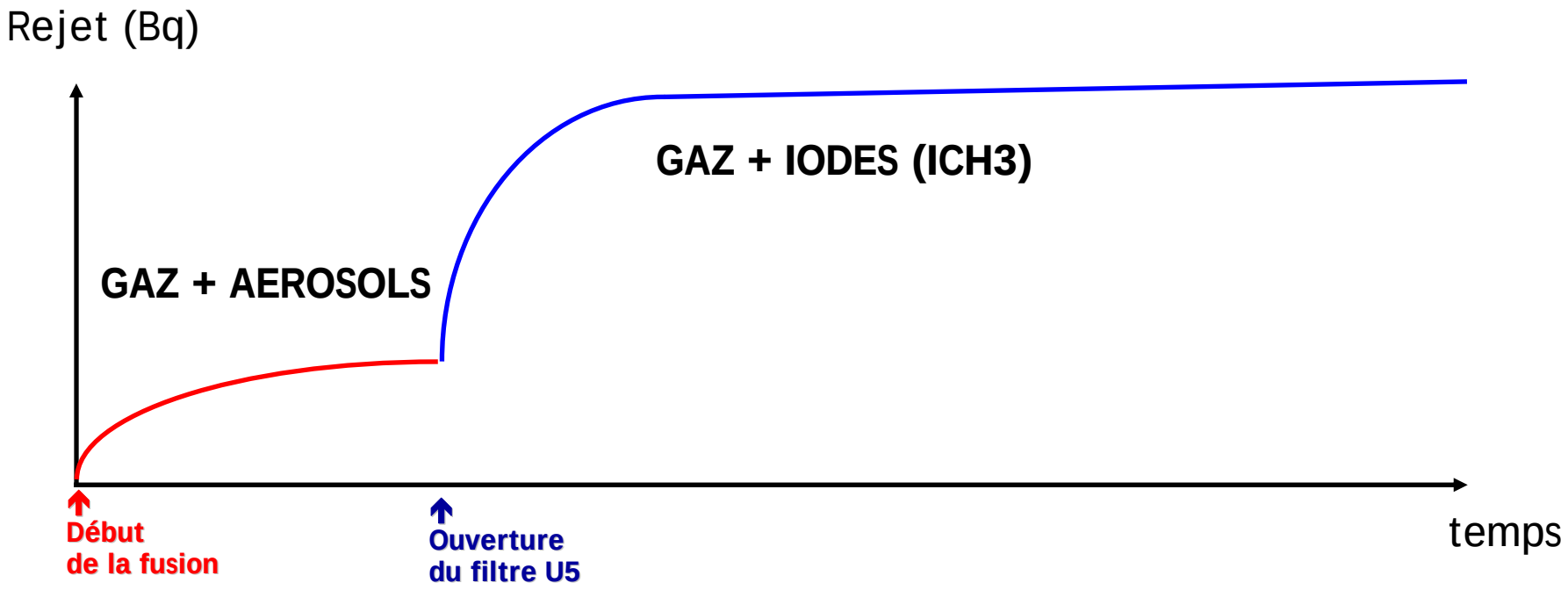


La dispersion des rejets

Illustration de la cinétique des rejets par le suivi de l'activité volumique en ^{131}I



Les conséquences dosimétriques dues au panache



Dose efficace totale liée au passage du panache (mSv)

- 10 mSv atteint à 5 km
- 50 mSv atteint à 2 km

Dose équivalente à la thyroïde par inhalation dans le panache (mSv)

- 50 mSv atteint à 4 km
- 100 mSv atteint à 2 km

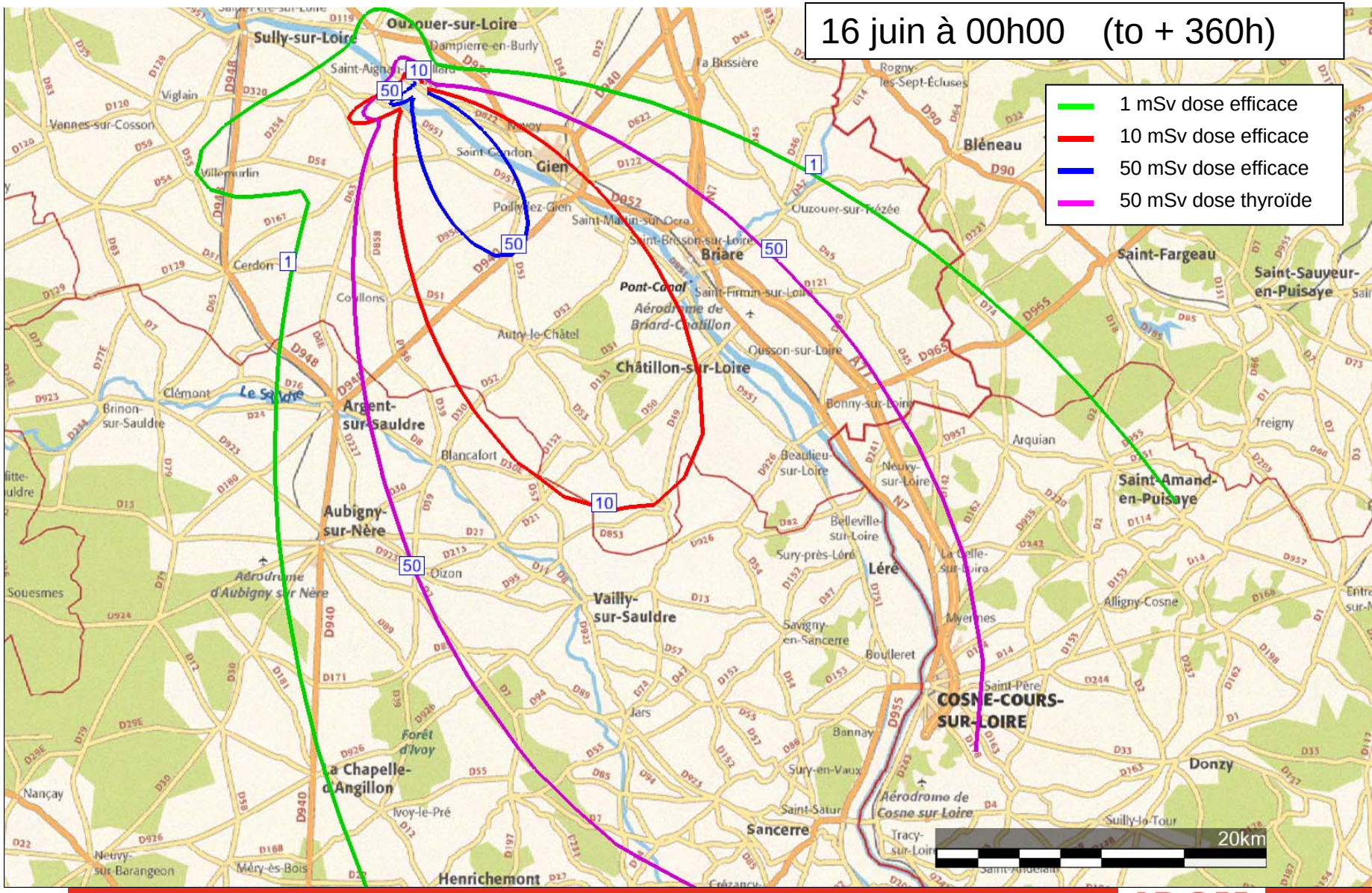
Dose efficace totale liée au passage du panache (mSv)

- 10 mSv atteint à 28 km
- 50 mSv atteint à 11 km

Dose équivalente à la thyroïde par inhalation dans le panache (mSv)

- 50 mSv atteint à 54 km
- 100 mSv atteint à 39 km

Les conséquences dosimétriques dues au panache



Conséquences dosimétriques et radiologiques (APRP)

- **Exposition de l'enfant de 1 an pendant la durée des rejets (panache+dépôts)**

Dose (enfant de 1 an)	Distance	
	Zone Sud-Ouest	Zone Sud-Est
Dose efficace > 10 mSv	5 km	29 km
Dose équivalente à la thyroïde > 50 mSv	4 km	54 km

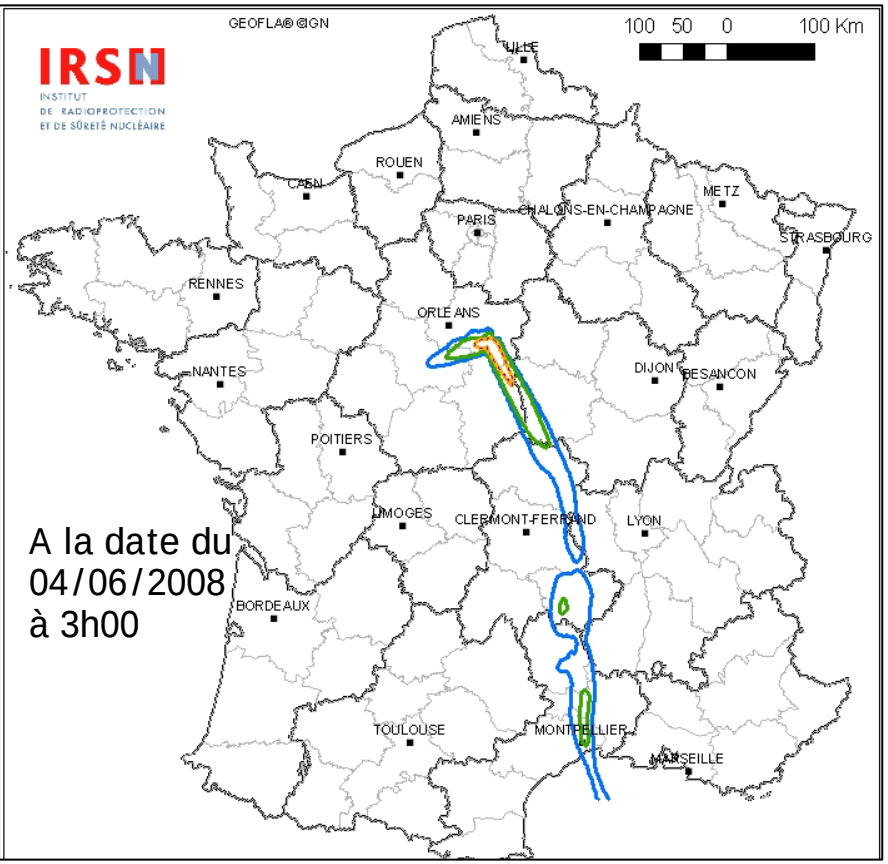
- **Caractérisation post-accidentelle de l'accident (dépôts)**

Dose sur le 1er mois enfant [2-7 ans]	Distance	
	Zone Sud-Ouest (1ère phase des rejets)	Zone Sud-Est (2ème phase des rejets)
Dose efficace totale hors ingestion > 10 mSv	*< 500 m*	*< 500 m*
Dose efficace totale toutes voies > 10 mSv	*< 10 km*	*< 15 km*
Dose équiv. à la thyroïde toutes voies > 50 mSv	10 km	15 km
Distances maximales d'atteinte des NMA	150 km	550 km dans les 1ers jours 100 km au bout de 15 jours

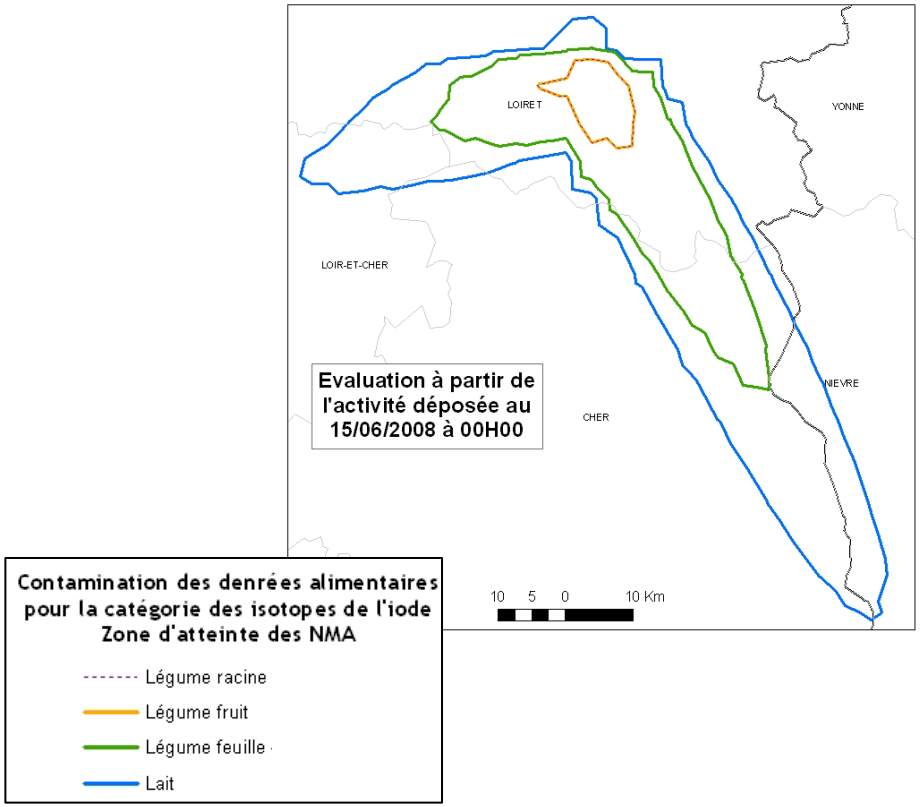
Distance d'atteinte des NMA

- **Respect des normes de commercialisation des denrées alimentaires**

2 jours après ouverture U5



13 jours après ouverture U5



Les enjeux pour la protection des populations

- **Des durées des rejets différentes en fonction du type d'accident :**
  - Courte durée : cas des RTGV (qq minutes à qq heures)
  - Longue durée : cas des accidents de fusion du cœur (>15 jours)
  - => stratégie de protection différente
- **Importance de la voie ingestion pour la protection des populations en phase post-accidentelle**
  - Voie prépondérante d'exposition
- **En termes de contamination des denrées alimentaires (NMA) :**
  - Très vastes territoires touchés
  - Evolutions différentes suivant la séquence de rejets et donc de dépôts considérée
  - Exemple : scénario accident grave
    - 1ère phase : dépôts persistants (aérosols à vie longue)
    - 2ème phase : décroissance rapide (iodes majoritaires)