

# Effets couplés des systèmes de sécurité en situation d'incendie à l'échelle d'un bâtiment

## Sous la direction de :

Pascal BOULET

Rabah MEHADDI

Elizabeth BLANCHARD

## Présenté par :

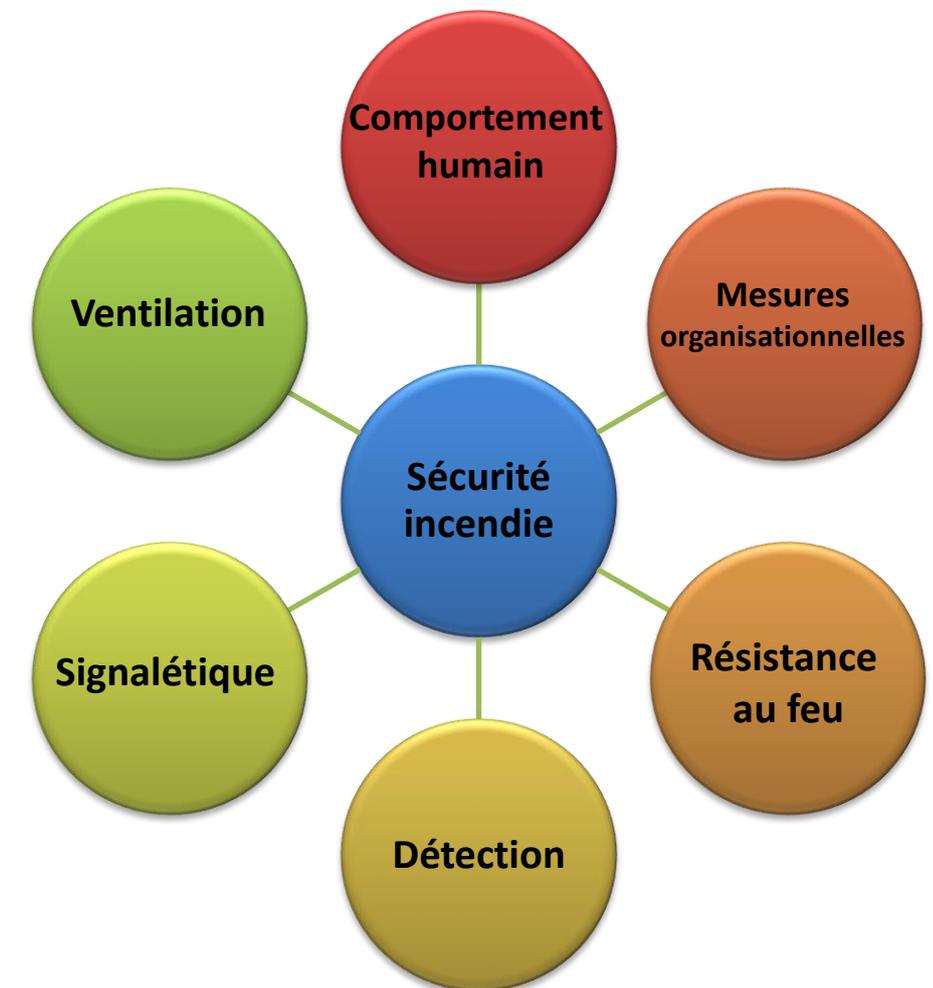
Samia HAOUARI HARRAK

## Plan :

- ① Contexte et objectifs de thèse
- ② Présentation de l'outil SCHEMA-SI
- ③ Application à une salle de spectacle
- ④ Perspectives

## I. Contexte et objectifs de thèse

- L'approche adoptée dans l'ingénierie de la sécurité incendie (ISI) ne porte que sur un ou quelques éléments participant à la stratégie de mise en sécurité et non sur la stratégie globale.
- Les méthodes d'ISI restent aujourd'hui déterministes.



### Objectif:

Développer un modèle permettant de modéliser les effets couplés des systèmes de sécurité en situation d'incendie à l'échelle d'un bâtiment complet

## Volet modélisation

- Développement d'un code à zones testé à l'échelle d'un bâtiment complet et couplé à des méthodes d'analyse statistique

## Volet expérimental à l'échelle du laboratoire

- Réalisation d'une maquette avec plusieurs compartiments et plusieurs niveaux
- Etude de la propagation des fumées
- Validation des modèles

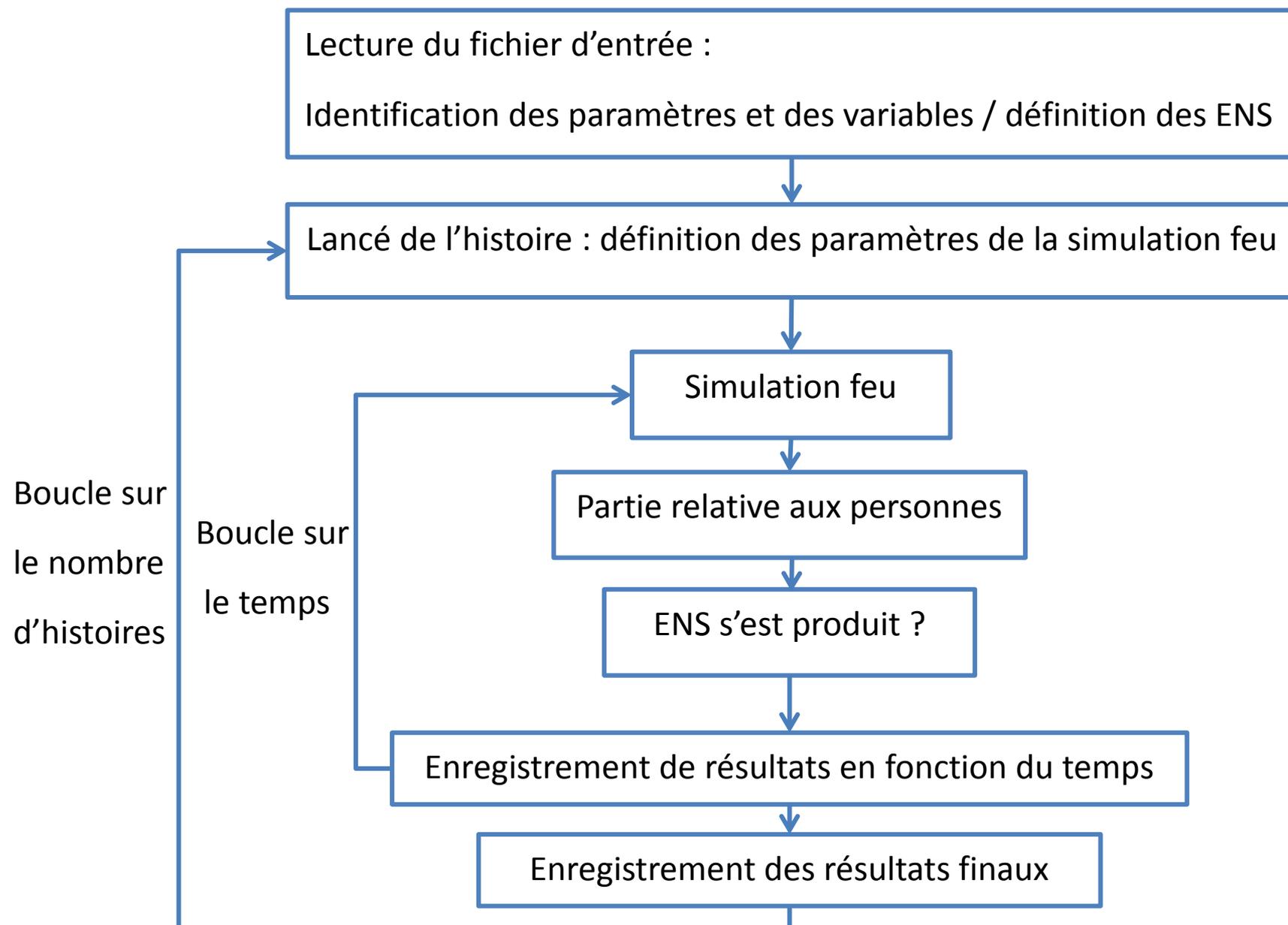
## Volet expérimental en vraie grandeur

- Validation des modèles à grande échelle

## II. Présentation de l'outil SCHEMA-SI

**SCHEMA-SI: Stochastic Computation and Hybrid Event Modelling Approach - Sécurité Incendie**

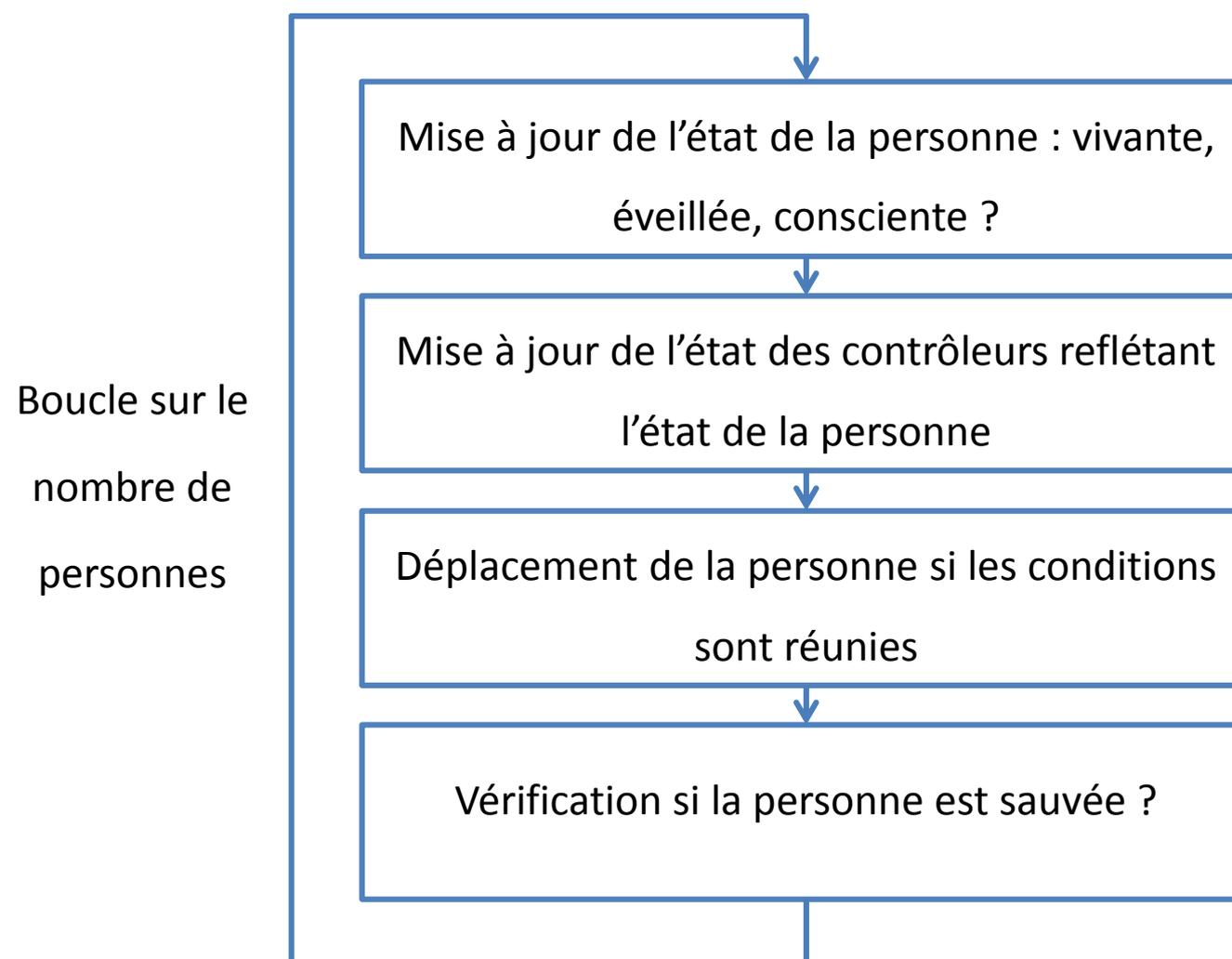
- ↳ Permet d'évaluer le niveau de sécurité incendie des constructions et d'apporter une aide à la prise de décision.
- ↳ Repose sur un couplage entre:
  - des phénomènes continus (développement du feu, propagation de la fumée) modélisés à l'aide d'un modèle physique à deux zones,
  - et des évènements discrets (détection, alarme, ouverture de porte, bris de vitrage, comportement humain, évacuation des personnes, défaillance des systèmes,...).



### Remarque:

L'événement non-souhaité (ENS) varie suivant la destination du bâtiment et l'objectif que se fixent les acteurs. Exemples des ENS: Décès de l'occupant, décès multiples, feu généralisé,...

## Partie relative aux personnes



## III. Application à une salle de spectacle

### Description de la configuration géométrique

✓ Activités de type L

### Solution de la maîtrise d'ouvrage

Surface géométrique totale des exutoires = 60 m<sup>2</sup>

Surface maximale d'amenée d'air = 54 m<sup>2</sup>

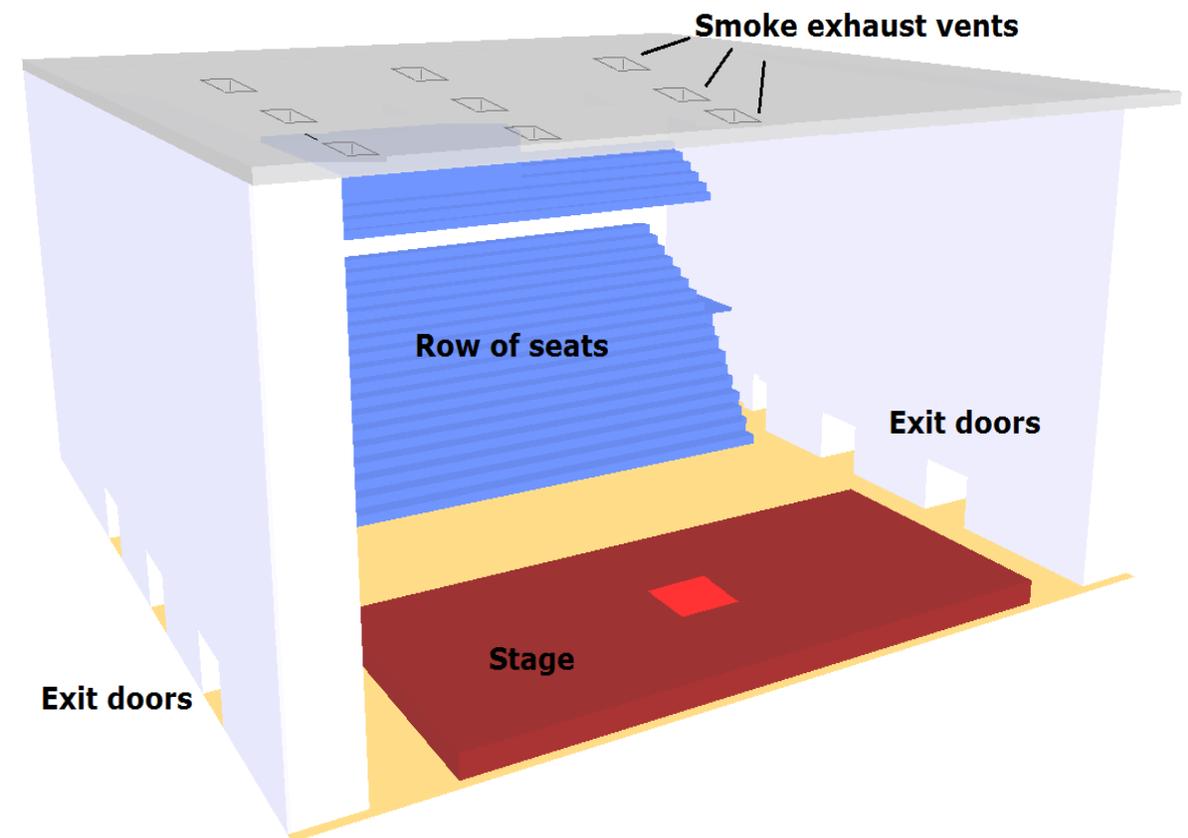
### Caractéristiques des foyers

18 foyers (équiprobables):

3 puissances maximales: 3,6 MW, 7,2 MW et 14,4 MW

3 cinétiques de développement du feu: lente, moyenne et rapide

2 positions du foyer: 0 m (foyer au sol) et 2 m (foyer sur une scène)



## Stratégies de mise en sécurité étudiées

### Stratégie 1

- ✓ Le personnel ne participe pas à l'évacuation du public.
  - ↳ Une durée d'évacuation longue qui s'étend de 5 à 20 minutes.
- ✓ Aucune disposition n'est prévue pour ouvrir rapidement les portes et les maintenir ouvertes.
  - ↳ Les portes s'ouvrent sur une plage de temps de 5 à 20 minutes.

### Stratégie 2

- ✓ Le personnel guide le public dans son évacuation.
  - ↳ Une durée d'évacuation réduite qui s'étend de 2 à 10 minutes .
- ✓ Des dispositions (techniques et/ou organisationnelles) sont prises pour ouvrir rapidement les portes de la salle et les maintenir ouvertes .
  - ↳ Les portes s'ouvrent sur une plage de temps de 2 à 5 minutes.

## Evénements non-souhaités (ENS) définis

- ENS 1:** La hauteur libre de fumée (ZD) devient inférieure à 15 m (enfumage du dernier rang des gradins hauts).
- ENS 2:** La hauteur libre de fumée devient inférieure à 12 m.
- ENS 3:** La hauteur libre de fumée devient inférieure à 10 m.
- ENS 4:** La température de la couche de fumée (TZH) dépasse 50°C.
- ENS 5:** La hauteur libre de fumée devient inférieure à 15 m et le public n'a pas encore quitté la salle.
- ENS 6:** La hauteur libre de fumée devient inférieure à 15 m, la température de la couche de fumée dépasse 50°C et le public n'a pas encore quitté la salle.

## Résultats

Premier niveau : la fréquence d'occurrence de chaque ENS dans 500 histoires

N° ENS	1	2	3	4	5	6
Stratégie 1	100 %	89 %	57 %	75 %	100 %	36 %
Stratégie 2	80 %	2 %	0 %	67 %	46 %	9 %

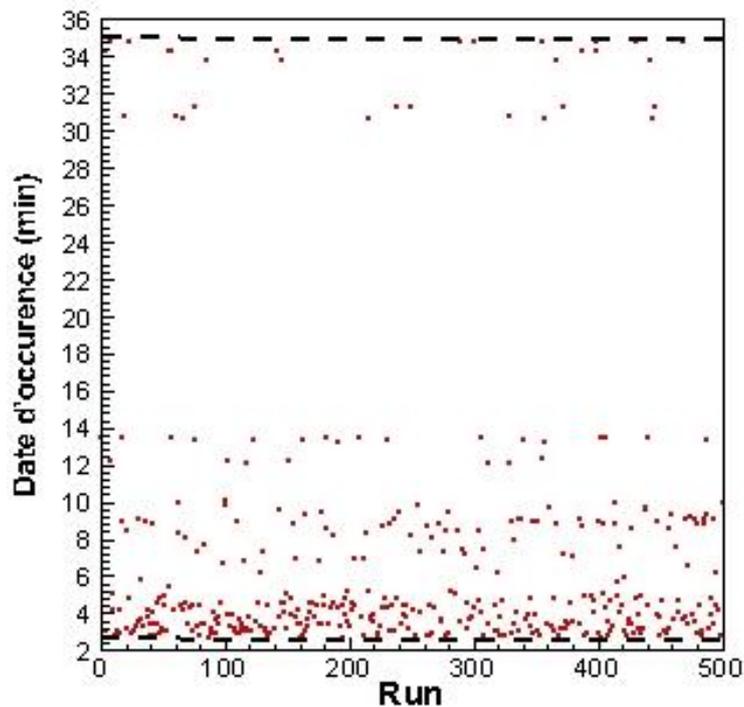
ENS 1: ZD < 15 m - ENS 2: ZD < 12 m - ENS 3: ZD < 10 m - ENS 4: TZH > 50 °C

ENS 5: ZD < 15 m et le public dans la salle - ENS 6: ZD < 15 m et TZH > 50 °C et le public dans la salle

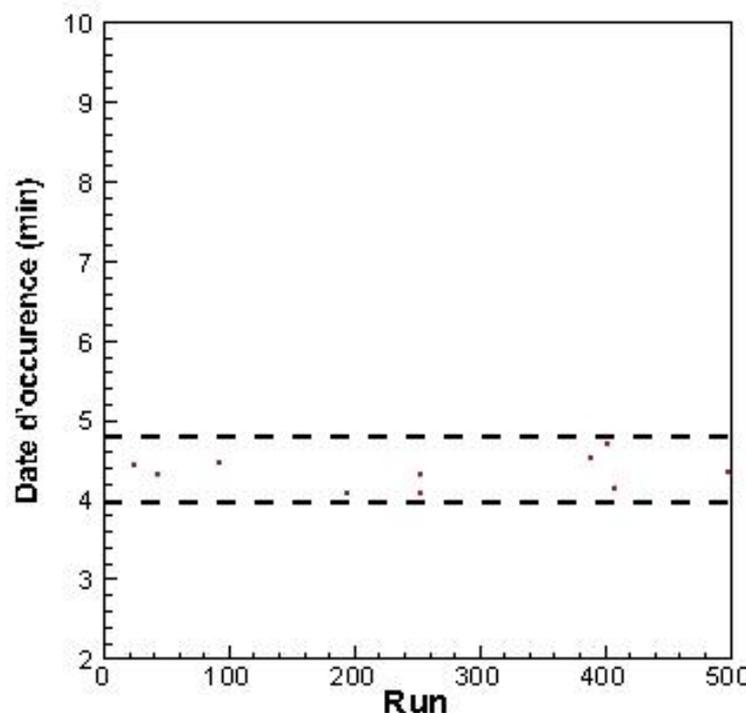
 La stratégie 2 permet de diminuer la fréquence d'occurrence de tous les ENS définis

Comment décider du caractère acceptable de la solution ?

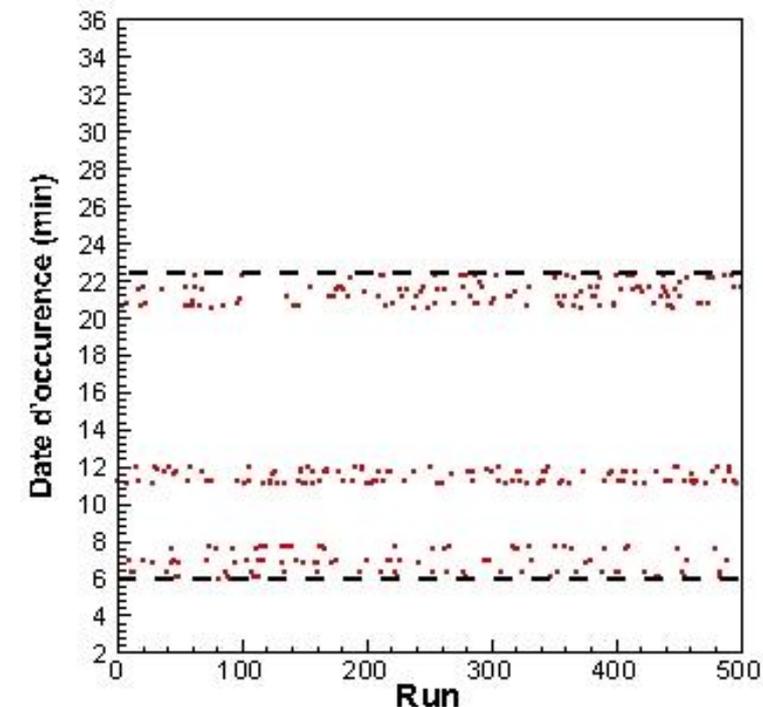
## Deuxième niveau : la date d'occurrence des ENS pour la stratégie 2



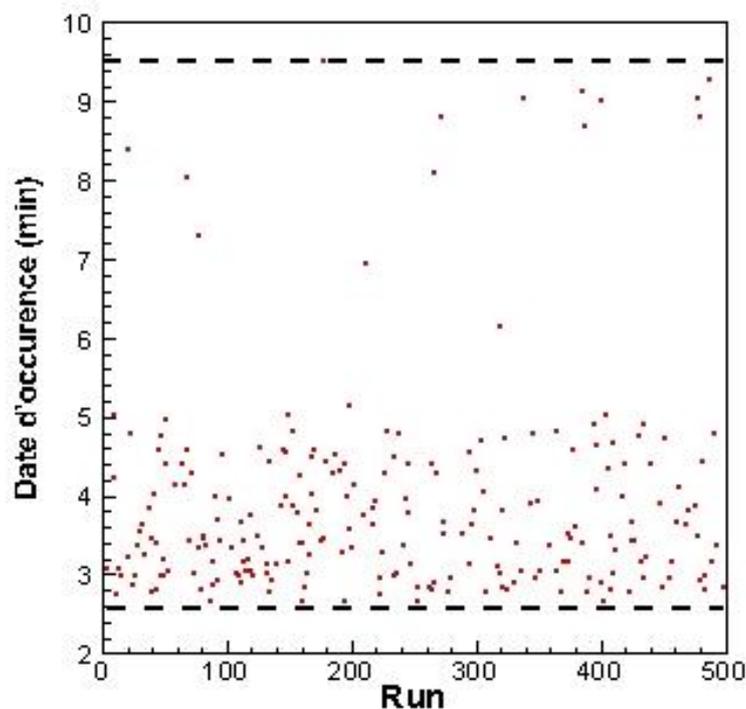
a- ENS 1 – ZD < 15m



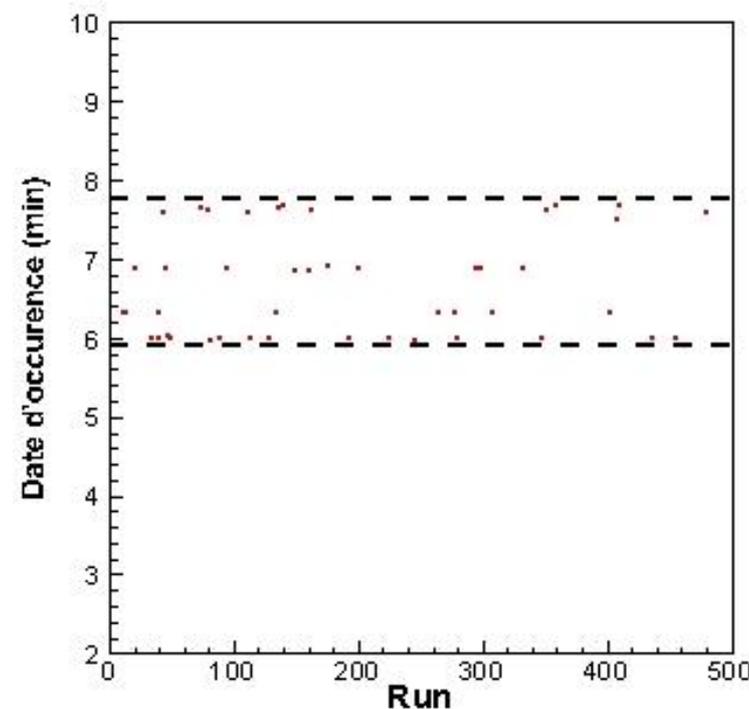
b- ENS 2 – ZD < 12m



c- ENS 4 – TZH > 50°C

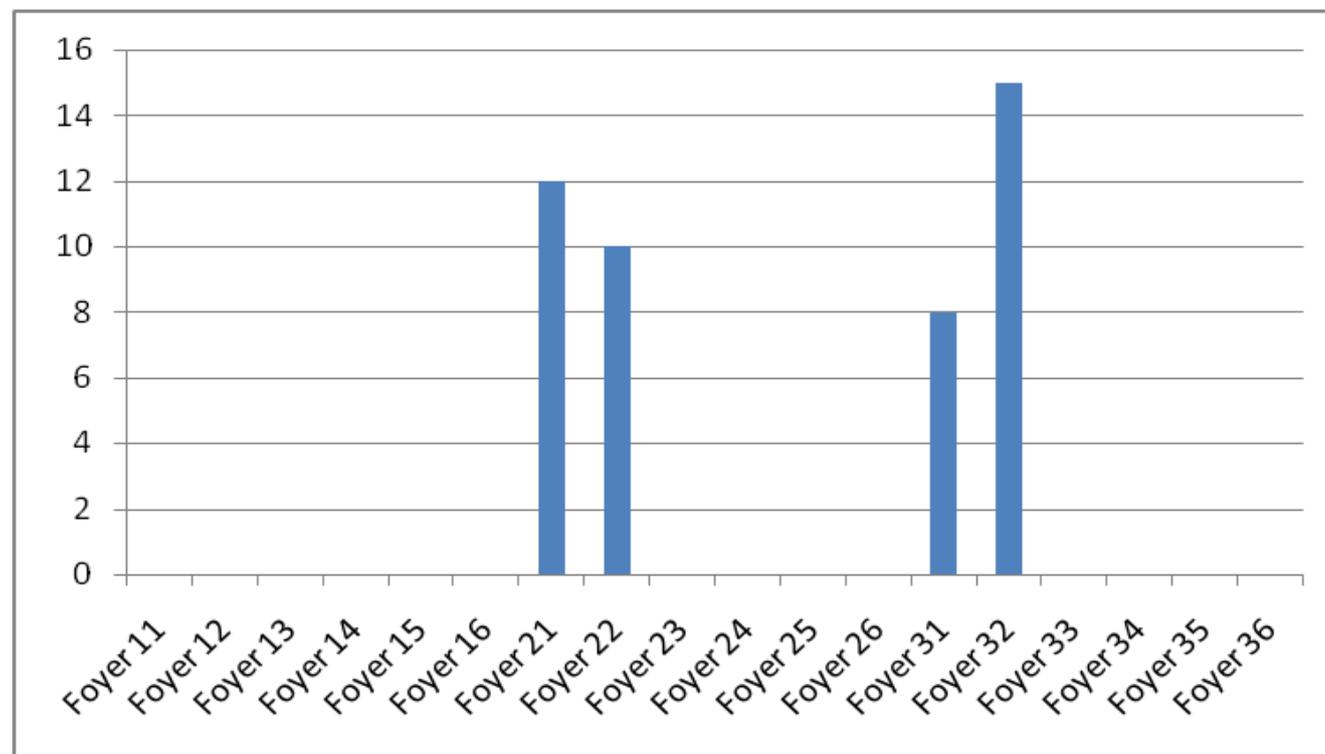


d- ENS 5 – ZD < 15m et le public dans la salle

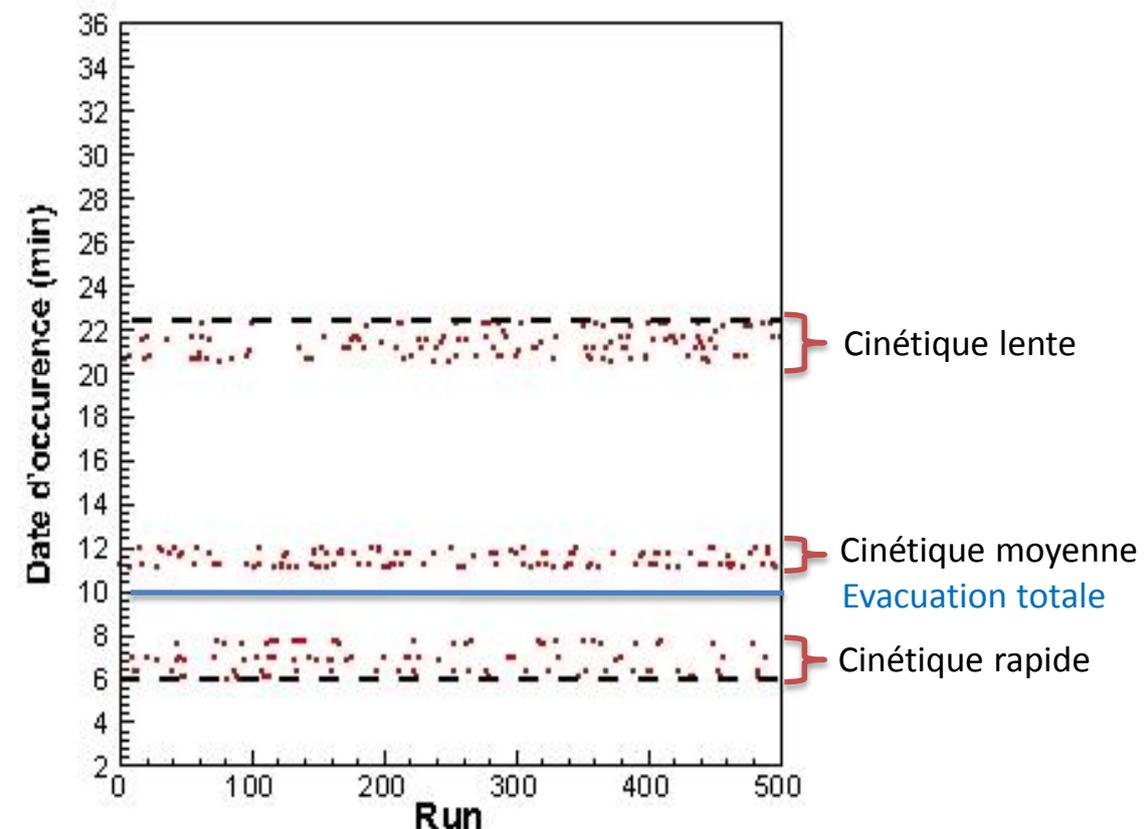


e- ENS 6 – ZD < 15m et TZH > 50°C et le public dans la salle

### Troisième niveau : l'influence des paramètres d'étude



Nombre de fois où chaque foyer a conduit à l'occurrence de l'ENS 6



Distribution des instants d'occurrence de l'ENS 4 (TZH > 50 °C)

	Puissance maximale (MW)	Cinétique de développement	Position de foyer (m)
Foyer 21	7,2	Rapide	0
Foyer 22	7,2	Rapide	2
Foyer 31	14,4	Rapide	0
Foyer 32	14,4	Rapide	2



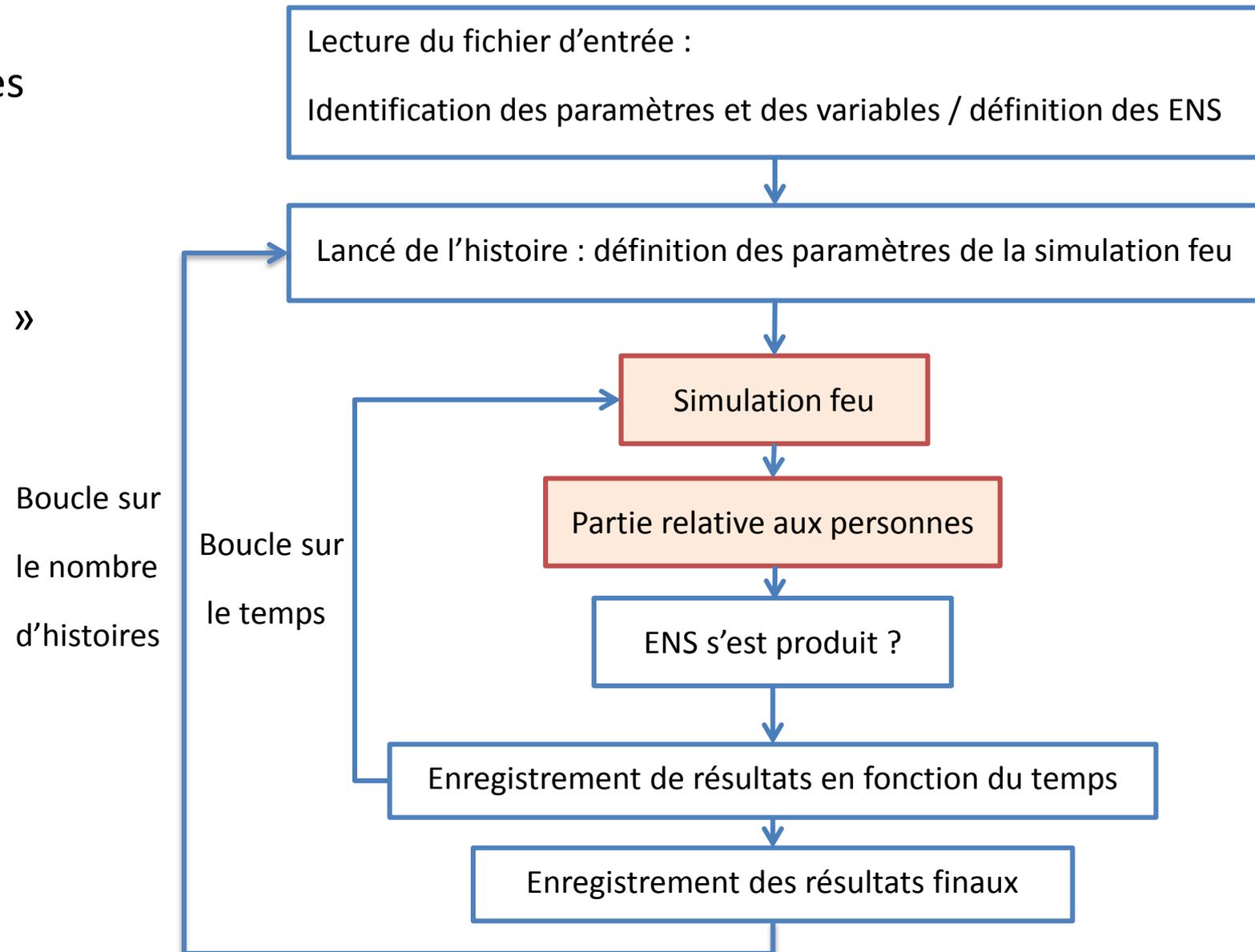
Les foyers de puissance maximale 7,2 et 14,4 MW à cinétique de développement rapide peuvent conduire à la mort du public (ENS 6)

L'outil SCHEMA-SI a mis en évidence que:

- ✓ La performance de la stratégie de mise en sécurité apparaît grandement meilleure lorsque la mesure technique est combinée avec des mesures organisationnelles.
- ✓ la nécessité d'établir des mesures organisationnelles de sorte d'évacuer en priorité les gradins les plus hauts, situés au-dessus de 10 m du sol.
- ✓ La nécessité de porter une attention particulière aux activités pouvant mettre en jeu des foyers de puissance importante (7,2 et 14,4 MW) à cinétique de développement rapide.

## IV. Perspectives

- Développement et validation des modèles physiques des codes à zones (CIFI et\ou CFAST)
- Extension du modèle « actions humaines » existant (déplacement, action sur les ouvrants)
- Mise en place d'une procédure d'évaluation de stratégies de sécurité



Merci pour votre  
attention