



CHANTIER ÉCOLE RADIOPROTECTION NUMÉRIQUE (CERNUM) – SITE DE CIVAUX

11-12 juin 2014

6^{ème} Journée sur l'optimisation de la radioprotection dans les domaines
nucléaire, industriel et médical

Estelle Courageot, Emmanuelle Gaillard-Lecanu, Reinald Kutschera,
Gaëlle Le Meur, EDF R&D.

CONTEXTE ET OBJECTIFS



Formation identifiée comme levier important pour réduire les doses

- Savoirs enseignés en salle
- Savoir-faire enseignés sur des chantiers écoles représentatifs des locaux mais pas de l'environnement radiologique



Former le stagiaire (intervenant ou chargé de travaux) à des conditions de travail réaliste mais sans l'exposer

- Définir les formations et les objectifs pédagogiques associées
- Apprendre les bons gestes
- Quid de l'existant – sources radioactives réelles



Rendre concret pour le stagiaire les phénomènes physique

- Appréhender les notions de dose collective et individuelle à travers les dosimètres et les radiamètres
- Effets des protections radiologiques

SOLUTION PROPOSÉE PAR LA R&D

Virtualisation de l'ambiance radiologique au poste de travail



Restitution sur le terrain en temps réel

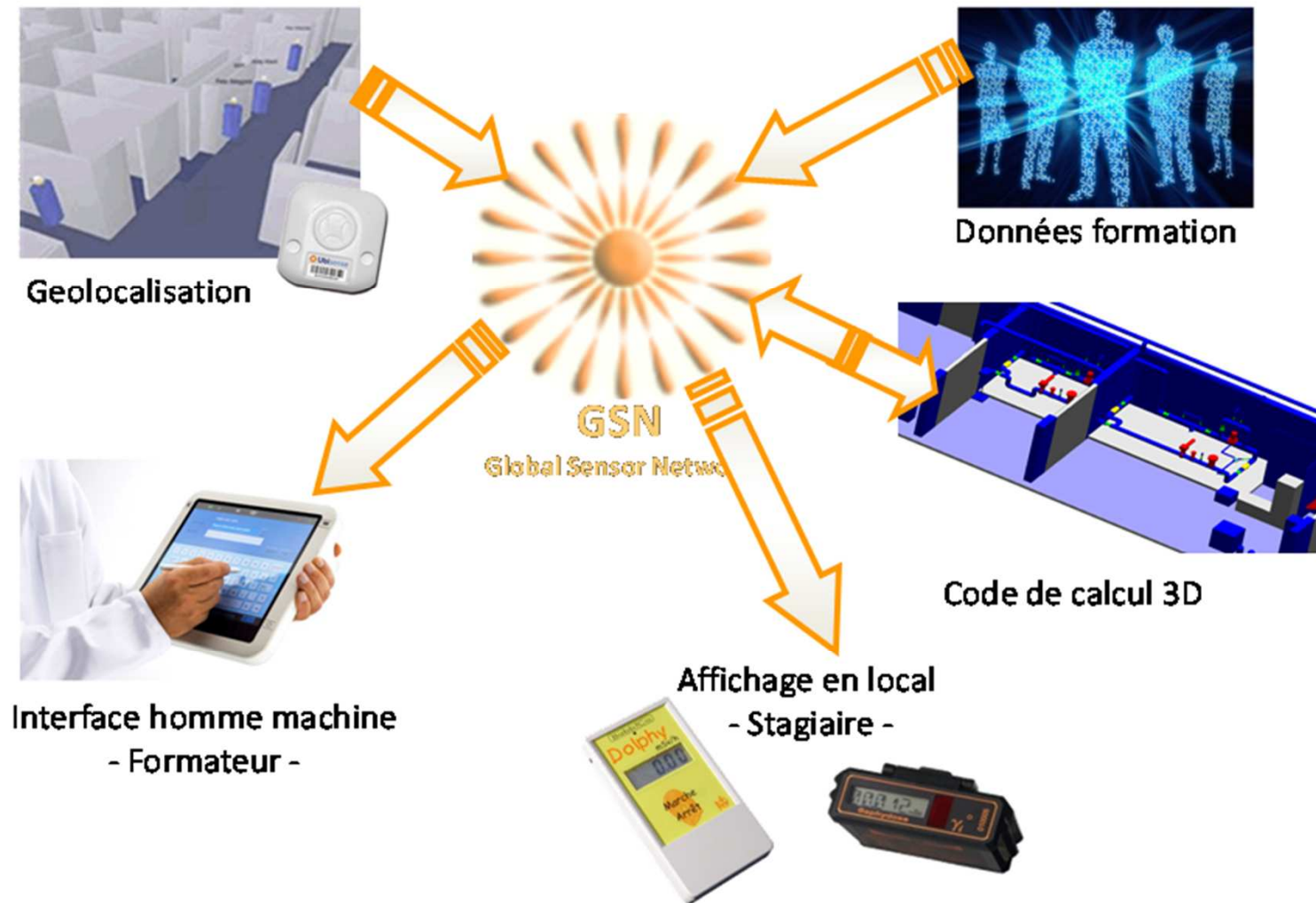
CERNum

Géolocalisation



Dose et débit de dose en temps réel le terrain

PRINCIPE

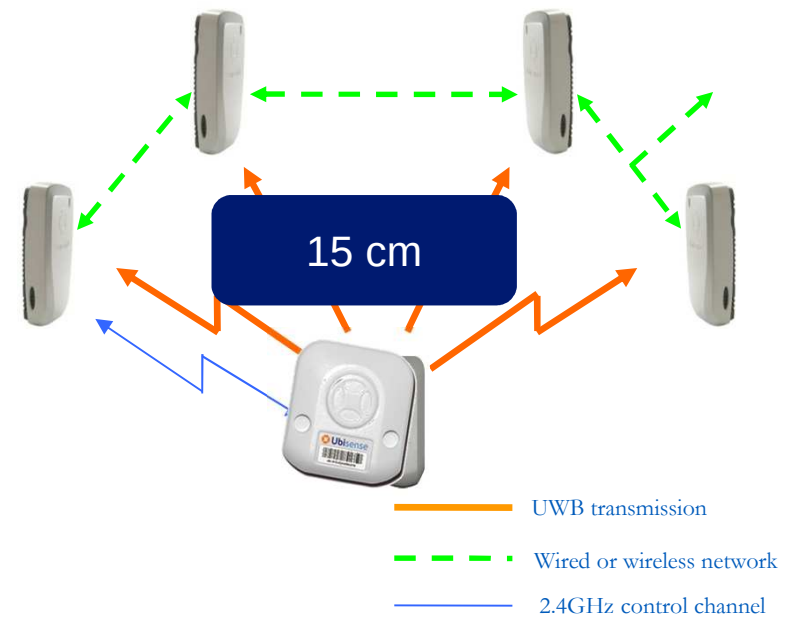




GÉOLOCALISER LES STAGIAIRES

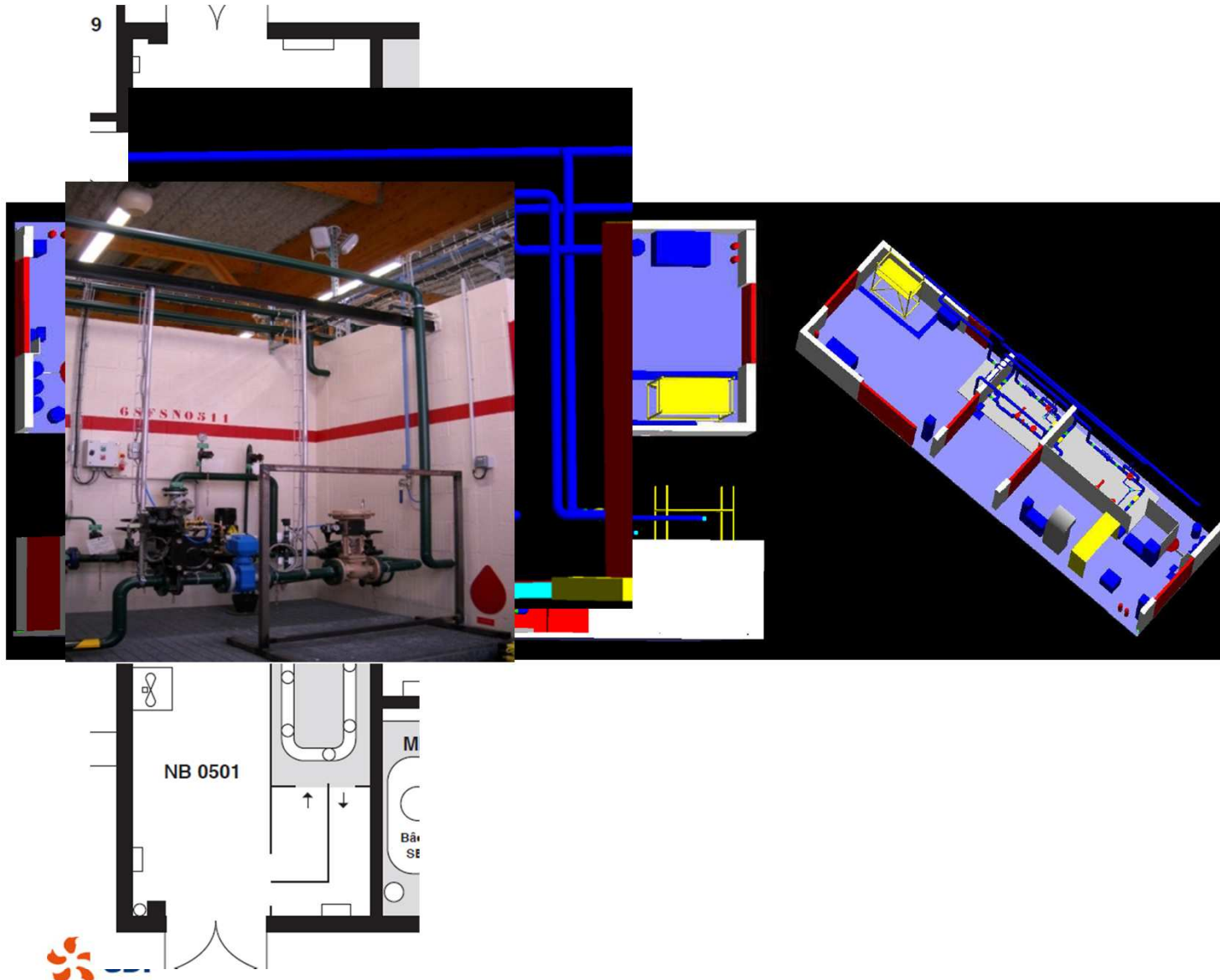


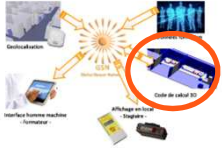
- Couverture de 4 salles
 - 3 en 2011 (bleu)
 - La dernière en 2014 avec une capacité (rose)
- Un système de géolocalisation avec 16 antennes et 30 tags mobiles





MODÉLISATION DU CHANTIER ÉCOLE AVEC LE CODE DE CALCUL

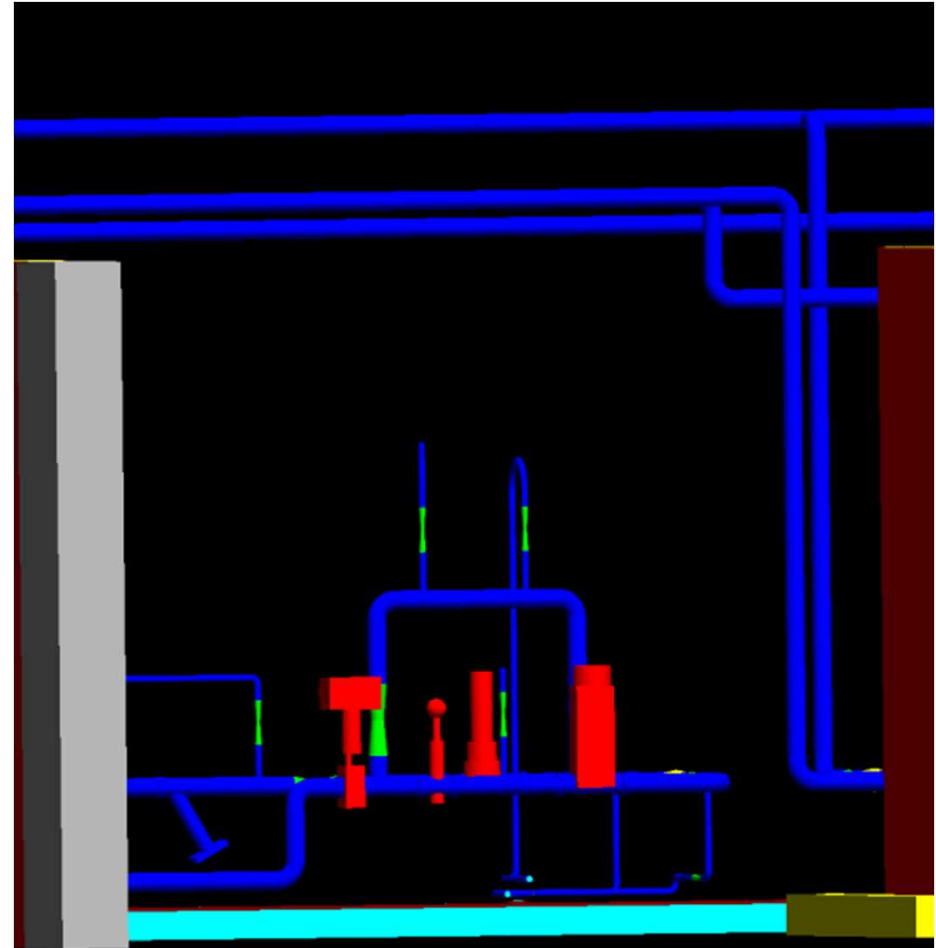




FOCUS SUR LE CODE DE CALCUL

■ MODERATO

- Modèles d'atténuation en ligne droite.
- Développé par EDF.
- Interface graphique pour construire la géométrie.
- Création de point chaud et d'une ambiance.
- Adaptation pour le calcul en radioprotection.

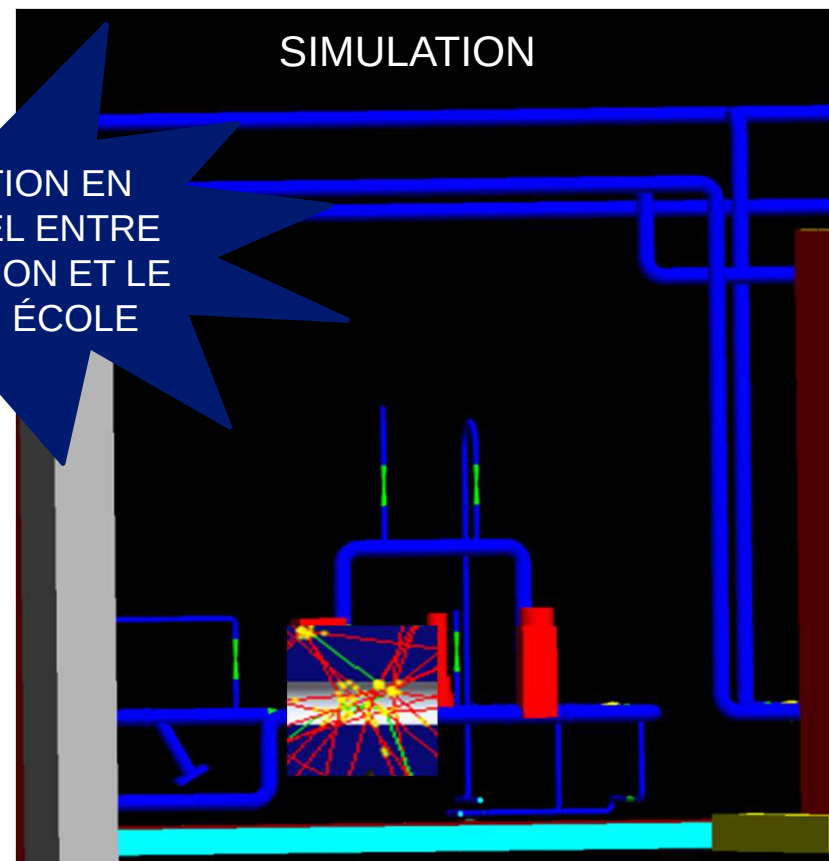




INTERACTION EN TEMPS RÉEL AVEC LE TERRAIN



INTERACTION EN
TEMPS RÉEL ENTRE
LA SIMULATION ET LE
CHANTIER ÉCOLE

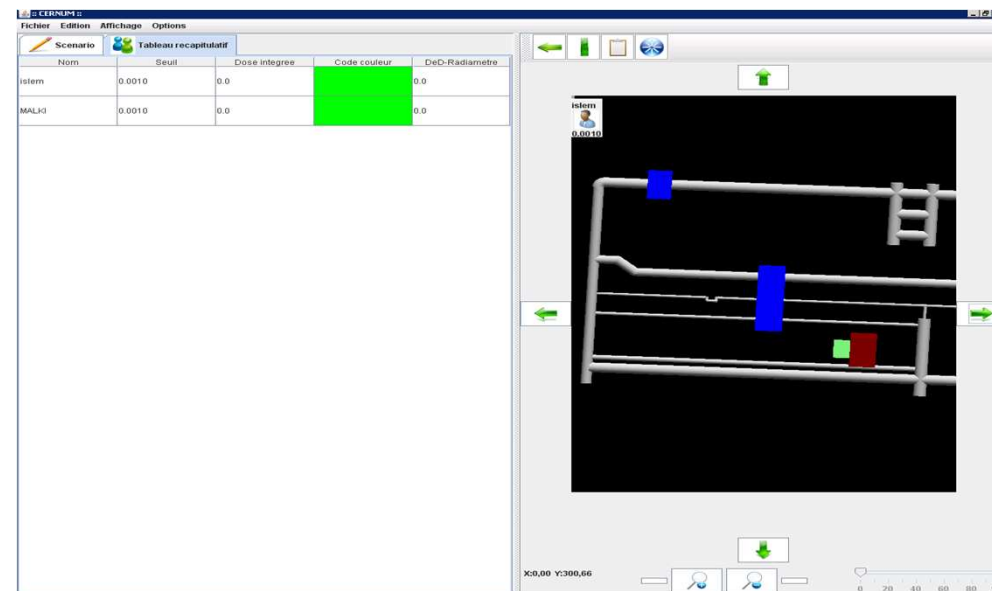


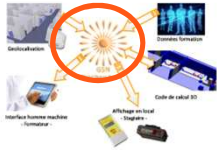




UNE INTERFACE HOMME- MACHINE ?

- Les formateurs ont besoin d'une IHM pour jouer les scénarii de formation.
- Bases de données de scénarii avec une dose d'ambiance et potentiellement plusieurs points chauds.
- Création de points chauds supplémentaires.
- Evolution de l'ambiance pendant un scénario de formation.
- Superviser la dosimétrie virtuelle des stagiaires grâce à la transmission en temps réelle des dosimètres et radiamètres factices.

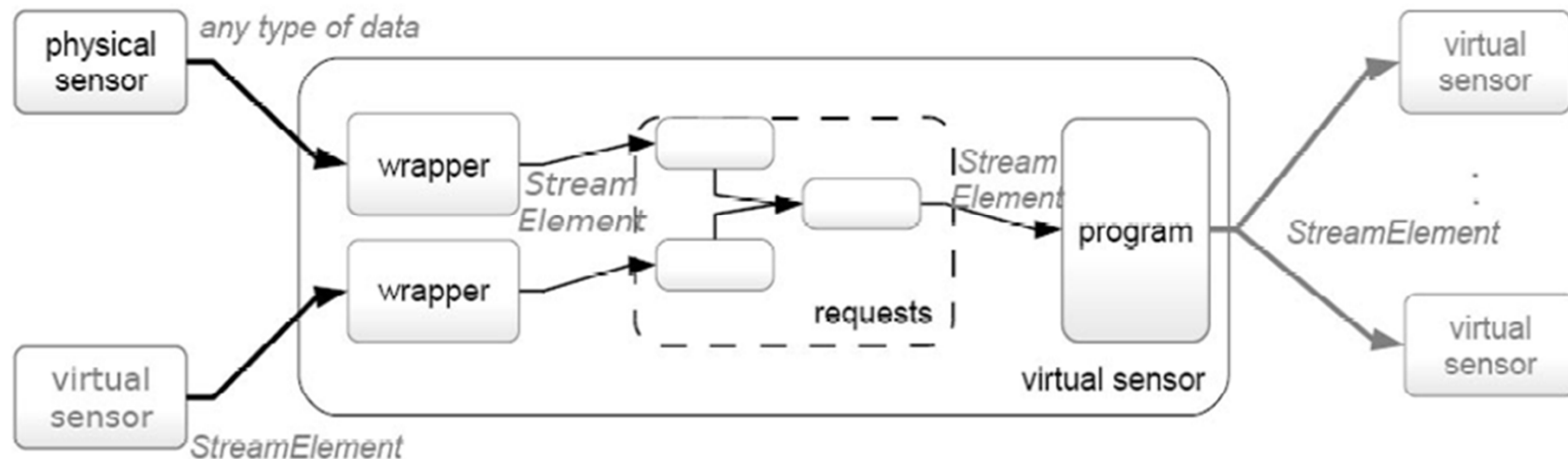




OUTIL CAPABLE DE GÉRER LES FLUX D'INFORMATIONS

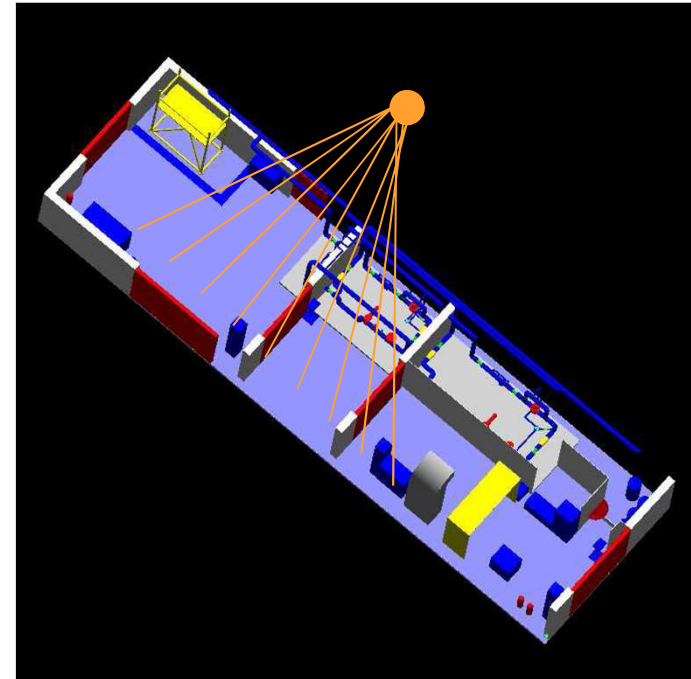
GSN (GLOBAL SENSOR NETWORK)

- GSN est un logiciel open source développé par l'université polytechnique de Lausanne
- Middleware créé pour faciliter le déploiement et la programmation de réseaux.
- Orchestre les connexions entre la géolocalisation, le calcul et la restitution sur les appareils factices.



PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS SUR LE CHANTIER ÉCOLE DE CIVAUX (1/2)

- Pour différentes formations (intervenant et chargé de travaux , niveaux 1 et 2).
- Scénarii réalistes :
 - Création et évolution d'une ambiance de travail de 0,2 mSv/h
 - Recherche de points chauds supplémentaires grâce aux radiamètres.
 - Evolution réelle du débit de dose.
- Retours très positifs aussi bien des stagiaires que des formateurs.



PREMIÈRES EXPÉRIMENTATIONS SUR LE CHANTIER ÉCOLE DE CIVAUX (2/2)

- Observation en temps réel de l'évolution du débit de dose en fonction de la distance à proximité d'un point chaud grâce aux radiamètres par les stagiaires.
- Observation dynamique par rapport à la classification d'une salle : débit de dose mesuré virtuellement plus important que ce qui est prescrit sur les consignes:
 - Réaction du stagiaire : « je ne rentre pas ! »
- Incrémentation de la dose sur les dosimètres et donc un déclenchement de l'alarme de seuil en dose : interrogation des stagiaires sur leurs comportements.
- Déclenchement des alarmes sur le radiamètre pour un point chaud très dosant : interrogation des stagiaires sur leurs comportements.

**Observation et interaction en temps réel entre
le stagiaire et le formateur.**

Abandon du « faire comme si ».



INTÉGRATION DANS LES FORMATIONS

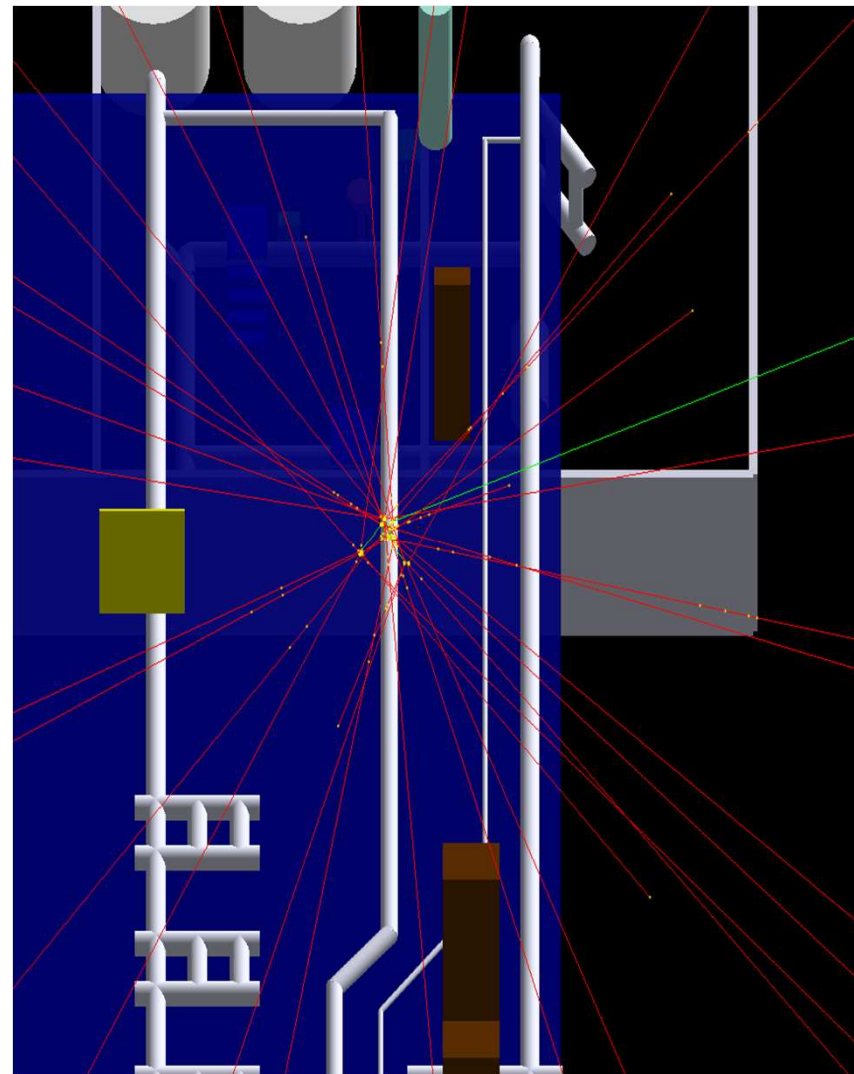
- **Démonstration technique :**



- **Etude de besoin de formation auprès des différentes populations:**
 - Métiers
 - Formateurs
 - Préventeurs
- **Pour les formations PR1, PR2 mais aussi pour les Services de Préventions des Risques et pour les formations dites « réactives »**
- **Connaître les formations et le périmètre dans lequel le CERNUM peut être intégré par rapport à l'existant.**

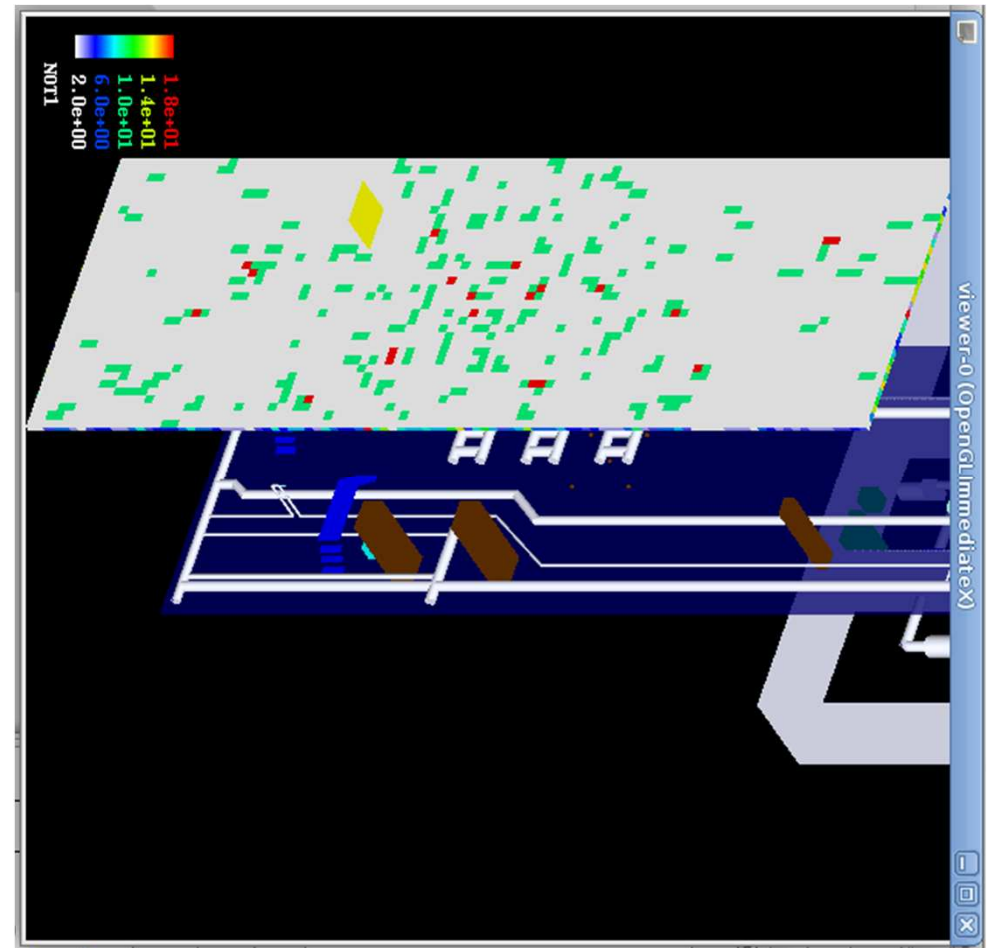
CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES (1/2):

- Un nouvel outil de formation.
- Environnement radiologique pour les stagiaires sans exposition.
- Association de différentes technologies:
 - Géolocalisation
 - Middleware
 - Code de calcul de dose
- Développement d'outils de restitution sur le terrain de la dose et du débit de dose.
- Premières formations à Civaux:
 - Bon retour des stagiaires et des formateurs.



CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES (2/2):

- Création d'une plate-forme de démonstration R&D jumelle de Civaux (support pour les développements).
- Installation de la nouvelle version du CERNUM à Civaux incluant les nouveaux développements - Implémentation d'un nouveau code de calcul Monte Carlo (Geant4).
- Concevoir avec des ergonomes et des experts en sciences humaines des formations autour de cet outil.



MERCI