



Espazium Revue
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/fr>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'399
Parution: mensuel

Page: 26,27,28,29
Surface: 49'410 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2f546fa1-c1bc-46e9-b421-5c17c2e4baf2
Coupage Page: 1/4

Une infrastructure de recherche inédite sur le radon au Smart Living Lab

Joëlle Goyette Pernot

SOUS LE BÂTIMENT, UN LABORATOIRE

À Fribourg, le futur bâtiment du Smart Living Lab, actuellement en construction, fait l'objet d'un monitoring exceptionnel pour mesurer la présence de radon. Ces mesures dynamiques permettront pour la première fois de comprendre si la présence de ce gaz est influencée par l'exploitation de la géothermie, système choisi pour le chauffage du bâtiment et ainsi faire des recommandations de mise en œuvre. Conçu comme un laboratoire vivant, le dispositif de mesure permettra d'étudier ce gaz radioactif en conditions réelles durant le temps d'exploitation du bâtiment: dans le sous-sol, autour des fondations et dans le bâtiment. Avec près de 100 sondes et 12 km de gaines déployées sous l'ouvrage, le dispositif impressionne autant par son ampleur que par sa précision scientifique. Portée par une équipe pluridisciplinaire réunissant technicien·nes et chercheur·euses de hautes écoles, ingénieur·es et entreprises de construction, cette démarche pionnière est un exemple de recherche appliquée qui vise à produire des connaissances essentielles pour améliorer la protection de la santé et orienter les pratiques constructives dans le développement de solutions énergétiques durables.

La rubrique *Tout se transforme* est issue du partenariat entre *espazium revue*, l'Institut de recherche TRANSFORM et la filière d'architecture de la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg (HEIA-FR) de la Haute école spécialisée de Suisse occidentale (HES-SO). Comité éditorial: Séréna Vanbutsele, Marco Svimmersky, Isabel Concheiro, Valérie Ortlieb, Marc Frochoux, Camille Claessens-Vallet

La chercheuse Joëlle Goyette Pernot présente un dispositif expérimental unique au monde pour étudier la dynamique du radon en milieu urbain. Intégré au futur bâtiment du Smart Living Lab à Fribourg, cette infrastructure de recherche vise à mieux comprendre les flux de ce gaz radioactif pour optimiser la protection de la population et celle du parc immobilier.

En plus d'offrir des espaces de travail confortables et de haute qualité environnementale, le bâtiment du Smart Living Lab (SLL) a été conçu comme une véritable infrastructure de recherche évolutive, à la pointe de la technologie: un laboratoire vivant. Afin de permettre la réalisation d'expérimentations en conditions réelles, une large consultation des chercheur·euses a été menée dès 2020 pour identifier les besoins scientifiques ayant un impact sur les choix constructifs, architecturaux et techniques du bâtiment. Parmi eux, le risque radon a été identifié comme un enjeu majeur.

Le radon, un enjeu de santé publique qui mérite toute notre attention

Seul polluant de l'air intérieur réglementé en Suisse, le radon est un gaz radioactif naturel issu de la désintégration de l'uranium 238, omniprésent dans la croûte terrestre. Les dispositions légales relatives à la protection contre ce gaz figurent aux articles 155 à 167 de l'ordonnance sur la radioprotection (ORaP) de 2017¹, entrée en vigueur en 2018.

L'ensemble du territoire suisse est concerné, avec néanmoins quelques nuances selon la géologie locale. Il n'en demeure pas moins que le radon est en réalité une problématique de nature constructive à fort impact sanitaire: deuxième cause de cancer du poumon chez les fumeur·euses et ex fumeur·euses, il figure parmi les premières causes chez les non fumeur·euses. On estime qu'il est responsable de 3 à 14% des cancers pulmonaires dans le monde² et de 200 à 300 décès par an en Suisse.

Une évaluation systématique du risque, accompagnée de mesures constructives préventives conformes à l'état de la technique, est donc essentielle pour maintenir les concentrations en dessous du niveau de référence de 300 Bq/m³ en moyenne annuelle. Cet état de la technique est défini par les normes SIA, notamment la SIA 180, ainsi que par les recommandations de l'Office fédéral de la santé publique³. Certains labels de construction durable, comme Minergie ECO, adoptent une approche plus restrictive en visant une concentration maximale de 100 Bq/m³, conformément aux recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS, 2009)⁴. Tel est l'objectif du bâtiment du Smart Living Lab, qui vise les certifications Minergie A ECO et SNBS-Bâtiment or.

Un bâtiment exemplaire protégé contre le radon

Bien que la région de Fribourg soit moins exposée au radon, les ambitions élevées du projet et la présence de moraines glaciaires sur le site de BlueFactory ont justifié la nécessité de protéger le bâtiment du SLL de manière optimale contre les infiltrations de radon à l'aide de techniques constructives reconnues en Suisse.

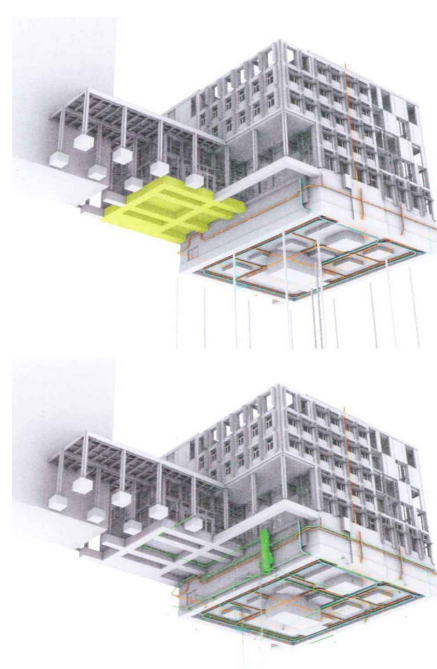
Deux interventions spécifiques ont été combinées à cet effet: la mise en place d'un système de dépressurisation du sol (SDS) basé sur un drainage spécifique du radon sous la partie enterrée du bâtiment et le renforcement de l'étanchéité à l'aide d'une membrane pare-radon dans la zone sur terre-plein, le tout associé à la ventilation mécanique en double flux du sous-sol pour assurer une protection durable.



Journal
25



Mise en place sur le chantier de l'infrastructure de monitoring du radon et autres gaz du terrain (BUILDING2050 [EPFL | SMART LIVING LAB], 2025)



Maquette 3D du futur bâtiment du Smart Living Lab (SLL).
En haut: systèmes de protection contre le radon. Barrière radon (jaune) et drainage spécifique pour le radon (système de mise en dépressurisation du sol en orange). En bleu le drainage de l'eau.
En bas: système de monitoring du radon composé de 100 sondes pour la mesure en continu du radon et du réseau de protection de ces sondes jusqu'à la chambre de monitoring (vert). (BEHNISCH ARCHITEKTURBÜRO, WEINMANN ÉNERGIES, ZPF INGENIEURE AG, SD INGÉNIEURIE, EPFL FR – BUILD (GROUPE BUILDING2050) | SMART LIVING LAB | 2026)



Modèle réduit du terrain pour faciliter la compréhension des intentions des chercheurs par l'entreprise de construction. (BUILDING2050 [EPFL | SMART LIVING LAB] ET CROQAIR TRANSFORM SESI HEIA-FR | SMART LIVING LAB, 2025)



Espazium Revue
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/fr>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'399
Parution: mensuel

Page: 26,27,28,29
Surface: 49'410 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2f546fa1-c1bc-46e9-b421-5c17c2e4baf2
Coupage Page: 3/4



Expérimentation d'une démarche Living Lab à l'occasion de la conception puis de la production et de la mise en place de la centaine de sondes prévues pour le monitoring du radon sur le chantier du futur bâtiment du Smart Living Lab à Fribourg. Coordination de l'intégration dans le bâtiment et interfaces chantier-recherche: groupe Building2050, EPFL. (PHOTOS: BUILDING2050 [EPFL | SMART LIVING LAB], 2025 ET CROQAIR TRANSFORM HEIA-FR | SMART LIVING LAB, 2025)



Espazium Revue
8036 Zürich
044/ 380 21 55
<https://www.espazium.ch/fr>

Genre de média: Imprimé
Type de média: Médias professionnels
Tirage: 4'399
Parution: mensuel

Page: 26,27,28,29
Surface: 49'410 mm²

Ordre: 1073023
N° de thème: 375009
Référence:
2f546fa1-c1bc-46e9-b421-5c17c2e4baf2
Coupage Page: 4/4

Quand la géothermie interroge le risque radon en milieu urbain

Malgré son cadre réglementaire, le radon demeure encore insuffisamment pris en compte dans la construction. L'héritage de la précédente ORaP (1994) fait du Plateau suisse une région que l'on pourrait penser, à tort, peu impactée par sa présence. L'OFSP souligne aujourd'hui la nécessité d'un effort particulier dans les bâtiments neufs, d'autant plus que les techniques de construction modernes et économes en énergie peuvent favoriser une dégradation de la qualité de l'air intérieur.

Dans le contexte de la transition énergétique et de la recherche de sources alternatives en énergie décarbonée, la géothermie représente une opportunité majeure, à condition d'en maîtriser les effets sur la dynamique du gaz dans le terrain à l'interface du bâtiment. Cette dynamique demeure encore mal connue, en particulier en présence d'un champ de sondes géothermiques, comme celui composé de 14 sondes de 250 m de profondeur, installé sous le Smart Living Lab.

La ville de Fribourg se situe au cœur du Plateau suisse, sur lequel sont implantées les principales agglomérations helvétiques. Il s'agit donc de la région la plus densément peuplée. Le SLL constitue ainsi une opportunité unique et originale d'étudier, en milieu urbain, l'impact potentiel de la géothermie sur le comportement du radon et de contribuer à une meilleure protection de la population.

Monitorer le gaz pour comprendre sa dynamique

Ces enjeux ont conduit au développement d'un concept de monitoring du radon à l'échelle du bâtiment, conçu et déployé entre 2021 et 2025. Une installation de cette ampleur est unique au monde. L'interface sol-bâtiment demeure peu étudiée du fait de la difficulté à suivre le gaz sous l'emprise du bâtiment une fois construit. La mise en place d'une centaine de sondes pour la mesure du radon sous le bâtiment du SLL permettra de mesurer, observer et comprendre de manière fine ce qui peut influencer son comportement et contribuer à en augmenter la concentration aux abords d'un bâtiment.

La collecte de ces données sur le long terme dans le terrain naturel offrira une source infinie de connaissances nouvelles. Celle-ci s'effectuera à différentes profondeurs, dans les remblais, à proximité des sondes géothermiques, dans les installations de protection mises en place (tuyau du drainage radon et chaille ainsi que sur la membrane pare-radon) ainsi qu'à proximité de l'enveloppe du bâtiment ou dans certains éléments de celle-ci, voire dans la cheminée d'extraction du drainage et dans le bâtiment lui-même. Les données collectées permettront:

- de simuler les flux du gaz dans le terrain en fonction de la géothermie, des conditions météorologiques et de la présence du bâtiment;
- de développer des recommandations destinées aux professionnels de la construction et aux fournisseurs d'énergie.

Les sondes de mesure sont de deux types selon qu'elles ont été placées dans le terrain (sonde cylindrique) ou dans des éléments de l'enveloppe (sonde plate). Chaque sonde est composée d'une tête⁵ creuse cylindrique ou plate en acier inoxydable fritté et perméable, raccordée à deux tubes eux-mêmes recouverts d'une gaine de protection. La sonde de mesure est en fait un système passif qui sera raccordé à un appareil électronique de mesure du radon. L'acquisition des données fera l'objet d'une installation spécifique dans un local dédié au radon au sous-sol du bâtiment. L'air du sol sera pompé, analysé puis renvoyé dans le terrain via la tête de la sonde, celle-ci fonctionnant ainsi en circuit fermé de manière à déranger le moins possible les conditions du terrain. Les 100 sondes ont été mises en place entre avril et octobre 2025. Les 200 tubes ont quant à eux tous été regroupés dans une chambre en attendant d'être insérés un à un dans le bâtiment via un passage étanche dessiné à cet effet. En tout, ce sont 12 km de tubes et gaines qui sillonnent le sous-sol du bâtiment.

Deux forages supplémentaires de 30 m de profondeur⁶ exclusivement dédiés au radon permettent de placer dans chacun d'eux une sonde de mesure tous les 5 m. Le but est de réaliser des profils verticaux du gaz dans la moraine pour évaluer

son comportement sous le bâtiment et hors de son emprise et d'étudier dans quelle mesure le profil du gaz est perturbé par la présence de la géothermie mais aussi par celle du bâtiment ou par l'évolution des conditions météorologiques.

Une expérience de Living Lab, de la recherche à la formation des professionnels

Le projet a été porté par une équipe multidisciplinaire associant les instituts TRANSFORM et SeSi de la HEIA-FR, le bureau ECONS et le groupe Building2050 de l'EPFL, dirigé par le D^r Sergi Aguacil Moreno qui assure l'intégration de l'innovation et de la durabilité dans le développement du bâtiment.

Un travail particulier a été mené pour soigner la communication avec l'entreprise totale. Ce travail de médiation entre recherche et chantier a été essentiel pour garantir que les exigences scientifiques puissent être intégrées sans compromettre le déroulement des travaux, les responsabilités de l'entreprise totale ni la cohérence globale du projet architectural et technique. Le groupe Building2050 a contribué à cette interface en accompagnant les arbitrages, la coordination des détails d'exécution et la compréhension des enjeux par les différents acteurs du chantier.

Un démonstrateur a été développé dans cet esprit pour expliquer et faciliter la compréhension des enjeux de la mise en œuvre de l'infrastructure.

La production de l'ensemble des sondes a été réalisée sur site par des équipes de la HEIA-FR et de l'EPFL entre février et avril 2025 et a donné lieu à plusieurs communications dans les médias⁷.

Au-delà du radon, cette infrastructure de recherche illustre plus largement la vocation du Smart Living Lab comme bâtiment-expérimentateur. Elle vise à faire avancer la connaissance du comportement des gaz du terrain dont le radon, dans le but d'une meilleure protection des bâtiments. En parler permet de sensibiliser les acteurs de la construction, les entreprises de forages et les fournisseurs d'énergie à prendre les mesures qui s'imposent pour limiter les risques d'infiltration de radon dans les bâtiments. Le but est aussi de fournir des clés de compréhension et d'élaborer des bonnes pratiques pour une démarche intégrée et durable de l'exploitation de la géothermie, tout en limitant l'exposition de la population aux effets du radon et en assurant de manière systématique la protection du parc immobilier. ▮

D^r Joëlle Goyette Pernot est professeure à la HEIA-FR et déléguée radon de l'OFSP pour la Suisse romande. Elle est également responsable du Centre romand de la qualité de l'air intérieur et du radon (croqAIR) et présidente de l'Observatoire romand et tessinois de la qualité de l'air intérieur (ORTQAI).

- 1 ORaP (2027) : fedlex.admin.ch/eli/cc/2017/502/fr
- 2 OMS (2021) : More countries act against exposure to radon and associated cancer risks. [who.int/news/item/04-02-2021-more-countries-act-against-exposure-to-radon-and-associated-cancer-risk](https://www.who.int/news/item/04-02-2021-more-countries-act-against-exposure-to-radon-and-associated-cancer-risk) (consulté le 16.04.2026)
- 3 OFSP : ch-radon.ch
- 4 OMS (2009) : WHO handbook on indoor radon: a public health perspective. iris.who.int/items/275f19a7-61fa-4406-8433-7d963793572a (consulté le 16.04.2026)
- 5 Le matériel des têtes de sondes a été offert par Meyer Sintermetall AG.
- 6 Les deux forages dédiés ont été offerts au projet par l'entreprise Augsburg du groupe Grisoni.
- 7 heia-fr.ch/fr/recherche-appliquee/instituts/transform/projets-de-recherche/rnsl-2024-2025

Membre de l'équipe de développement et conception : Matias Cesari, Joan Frédéric Rey, Frédéric Montet, Mauro Gandolla (ECONS SA), Leewan Bonvin, Vincent Bourquin, Nicolas Rey, Claude-Alain Jacot, Justine Roman, Sebastian Duque Mahecha, Sergi Aguacil Moreno, Jean Hennebert et Joëlle Goyette Pernot (resp. du projet). Collaborateur·rices ayant participé à la chaîne de production : Matias Cesari, Marie-Laure Baron, Joan F. Rey, Jacques Monnard, Raphaël Compagnon, Xavier Courtis, Maëlle Gatard, Julie Riodel, Juliette Falque, Elodie Labra, Nathalie Blot, Romain Manenti, Loïc Bouvet, Valérie Ortlieb, Sebastian Duque Mahecha, Justine Roman, Marion Schoenenweid et Joëlle Goyette Pernot. Mise en place sur le chantier et suivi : Matias Cesari, Joan F. Rey, Justine Roman, Sebastian Duque Mahecha, Matthias Loup, Sergi Aguacil Moreno et Joëlle Goyette Pernot.