



Quantifier « l'intelligence » des bâtiments

Aperçu des outils existants

Septembre 2022



Table des matières

À propos de ce document.....	2
1 Smart Readiness Indicator	4
2 Ready2Services	8
3 WiredScore et SmartScore.....	12
4 Smart Building Certification	14
5 SPIRE Smart Building Program	15
6 Obligations pour les systèmes de gestion technique du bâtiment dans l'EPBD.....	16
7 Publication ISSO 115 : Exigences de conception pour les systèmes de gestion technique du bâtiment.....	19
8 WELL.....	21
9 Labels et systèmes de mesure de la durabilité	22
10 Conclusion.....	23
11 Bibliographie	24

À propos de ce document

Cluster 'Smart Buildings in Use'

Le cluster 'Smart Buildings in Use' réunit des entreprises à la pointe de la technologie pour créer des solutions innovantes qui contribuent à rendre les bâtiments plus intelligents. Une gestion et une maintenance efficaces (et digitalisées) des bâtiments en sont le fondement, mais l'augmentation de l'efficacité énergétique, du confort et de l'expérience entrent également en ligne de compte. Les technologies nouvelles peuvent élever un bâtiment au rang de prestataire de services pour ses utilisateurs et l'aider ainsi à répondre à des attentes de plus en plus exigeantes.



Le cluster Smart Buildings In Use a été créé en 2018 comme l'un des réseaux d'entreprises innovantes soutenus par VLAIO (Agence flamande pour l'innovation et l'entreprise). L'initiative se poursuit depuis 2022 dans le cadre de C-Tech, un service technologique du CSTC, soutenu par Innoviris.

Objectif et contenu

Il existe de nombreux outils disponibles pouvant s'avérer utiles dans la réalisation de projets de Smart Buildings. Ainsi, des cadres législatifs, des directives techniques, des labels et des programmes de certification accordent, directement ou indirectement, une certaine attention aux aspects Smart Building. Ce document fournit un aperçu non exhaustif d'outils, en précisant de quelle manière ils peuvent être utiles dans la réalisation d'un projet Smart Building.

Élaboration du document

Ce document a été élaboré sous la supervision du groupe de travail 'Guide pratique Smart Buildings' du cluster 'Smart Buildings in Use'. Merci aux organisations suivantes pour leur participation aux (ou à une partie des) travaux de ce groupe de travail :

Dago	Renson
EEG	Spacewell
Het Facilitair Bedrijf	Sumi Smart
Freestone	Trigrr
GIA	VINCI Facilities
Honeywell Partner Channel	Vlaamse Confederatie Bouw
Ingenium	W-Care
Procos Group	

Le texte original (version néerlandais) a été rédigé par des collaborateurs du CSTC. Les personnes suivantes ont contribué à l'élaboration de ce document :

- David Grillet
- Ruben Delvaeye
- Ruben Decuyper

Le document a ensuite été peaufiné sur la base d'une relecture approfondie par Jasper Meynen (Ingenium), Tim Opsomer (Ingenium), Jean-Marc Poncelet (SB Experts), Michael Van De Poel (SB Experts) et Peter D'Herdt (CSTC).

L'établissement de ce document s'inscrivait dans le cadre d'une mission visant à élaborer un Guide pratique Smart Buildings¹. Ce document offre des perspectives et des informations complémentaires par rapport au Guide pratique.

Le document a été traduit en français dans le cadre du service technologique C-Tech du CSTC. Il s'agit d'une traduction du document néerlandais original, publié en mars 2022. Le contenu du texte n'a pas été mis à jour. Lorsque des modifications ont été constatées entretemps, une note de bas de page a été ajoutée.

Contact

Toute question ou remarque à propos de ce document peut être adressée à info@smartbuildingsinuse.be

*Ce document a été établi dans le cadre du cluster 'Smart Buildings in Use'.
Il ne s'agit pas d'une publication officielle du CSTC.*

¹ Cette publication peut être téléchargée gratuitement sur le site <https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/>

1 Smart Readiness Indicator

1.1 Description

1.1.1 De quoi s'agit-il ?

Le Smart Readiness Indicator, ou SRI, est un indicateur qui reflète la capacité technologique d'un bâtiment à interagir avec ses utilisateurs et avec l'environnement externe. Dans le contexte du SRI, l'objectif principal de ces interactions est de rendre le bâtiment plus performant (sur le plan énergétique, au niveau de la facilité d'utilisation...).

Le concept de SRI a été développé à la demande de la Commission européenne. Il trouve son origine dans l'EPBD (Energy Performance of Buildings Directive), avec notamment la Directive (UE) 2018/844 qui souligne l'importance des Smart Buildings dans la poursuite des objectifs climatiques. La Commission européenne a ensuite financé une étude pour élaborer le cadre du concept SRI et développer la méthode de calcul. L'étude a été clôturée en septembre 2020 et a finalement débouché sur une méthodologie générale définie dans un règlement délégué de la Commission européenne². Ce règlement définit un cadre général applicable aux États membres européens souhaitant introduire un calcul de SRI. Au moment de la publication du rapport, l'UE n'impose pas l'application du SRI aux États membres. Les États membres sont libres de choisir s'ils l'appliquent ou non, voire même de décider s'ils le rendent obligatoire. Le cadre laisse en outre de nombreuses libertés aux États membres, comme les facteurs de pondération attribués aux différents aspects et fonctions ainsi que la composition du catalogue de fonctionnalités (*'smart ready services'*) utilisé à cet égard.

Au moment de la publication, les Régions³ belges n'ont pas encore décidé si l'introduction du SRI serait souhaitable ou non et à quoi ressemblerait exactement la méthode de calcul SRI. Bien que l'on puisse en attendant se baser sur l'approche proposée dans les études SRI, il n'y a toutefois aucune garantie que le résultat puisse être valorisé en Belgique ou s'il correspondra au calcul du SRI tel qu'il sera éventuellement introduit en Belgique à l'avenir.

1.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

L'étude SRI (Verbeke, Aerts, Reynders, Ma, & Waide, 2020) propose trois méthodes pour déterminer un score SRI :

- Méthode A : Méthode simple : checklist en ligne, typiquement pour les bâtiments jusqu'à 500 m², dure environ une heure (*'quick check'*) ;
- Méthode B : Méthode experte : analyse par un expert, typiquement pour les bâtiments non résidentiels, dure entre un demi-jour et un jour entier (analyse plus approfondie que la méthode A) ;
- Méthode C : Calcul sur la base de données réelles issues des systèmes du bâtiment, pour les bâtiments déjà utilisés. Cette méthode requiert des données d'utilisation sur une plus longue période (p. ex. un an). Elle n'a pas encore été élaborée plus en détail au moment de la publication.

² RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2020/2155 DE LA COMMISSION du 14 octobre 2020 complétant la directive 2010/31/UE du Parlement européen et du Conseil en établissant un système facultatif commun de l'Union européenne pour l'évaluation du potentiel d'intelligence des bâtiments

³ Le SRI relève de la compétence des Régions et l'approche pourrait donc, en théorie, varier d'une Région à l'autre de Belgique.

Le SRI évalue la capacité des bâtiments à remplir trois fonctionnalités principales :

- *The ability to maintain energy efficiency performance and operation of the building through the adaptation of energy consumption*
- *The ability to adapt its operation mode in response to the needs of the occupant*
- *The flexibility of a building's overall electricity demand in relation to the grid*

Comme le montre la Figure 1, les trois fonctionnalités « *smart readiness* » sont subdivisées en sept critères d'incidence.

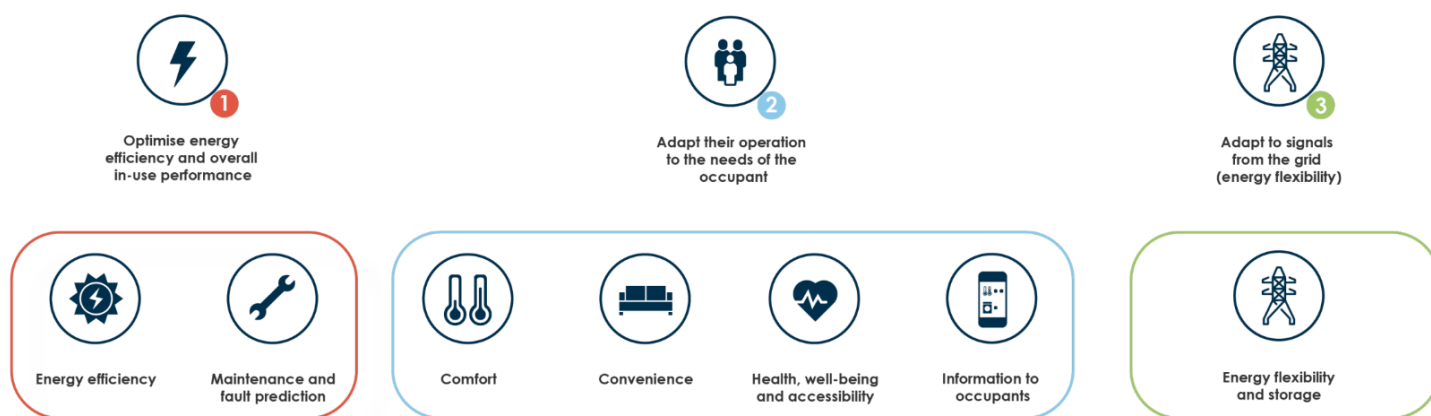


Figure 1 : Les trois fonctionnalités « *smart readiness* » à la base du SRI sont chacune divisées en plusieurs critères d'incidence (sept au total). Source : (European Commission, 2021)

La méthodologie du SRI est basée sur les « *smart ready services* » qu'un bâtiment présente ou pourrait utiliser. Dans le cadre du SRI, les services sont classés dans neuf domaines :

- Chauffage
- Refroidissement
- Eau chaude sanitaire
- Ventilation contrôlée
- Éclairage
- Enveloppe dynamique du bâtiment
- Électricité
- Infrastructure de recharge de véhicules électriques
- Monitoring et contrôle

Tous ces services forment ensemble ce que l'on appelle le « catalogue de services ». Chaque service individuel peut être intégré selon différents degrés « d'intelligence », appelés dans la méthodologie SRI des « *functionality levels* » ou niveaux de fonctionnalité⁴. Les services et leur niveau de fonctionnalité pris en considération au moment du calcul du score SRI sont basés sur les fonctions définies dans la norme européenne EN 15232-1:2017 (« Performance énergétique des bâtiments - Partie 1 : Impact de l'automatisation, de la régulation et de la gestion technique - Modules M10-4,5,6,7,8,9,10 »).

⁴ La méthodologie SRI ne précise pas comment atteindre ces niveaux de fonctionnalité et est donc neutre sur le plan technologique.

La méthodologie SRI permet de calculer un score précis par domaine et par critère d'incidence. L'addition des scores permet d'obtenir un score général par domaine et un score général par critère d'incidence. Les scores des sept critères d'incidence peuvent être résumés en un score pour les trois fonctionnalités principales. Ceux-ci peuvent également être combinés afin d'obtenir un score SRI total (voir la Figure 2).




















		Overall SRI score (%) + SRI class							
		%		%			%		
		 Optimise energy efficiency and overall in-use performance		 Adapt its operation to the needs of the occupant			 Adapt to signals from the grid (energy flexibility)		
		%	%	%	%	%	%	%	
		 Energy efficiency	 Maintenance and fault prediction	 Comfort	 Convenience	 Health, well-being and accessibility	 Information to occupants	 Energy flexibility and storage	
	Heating	%	%	%	%	%	%	%	%
	Cooling	%	%	%	%	%	%	%	%
	Domestic hot water	%	%	%	%	%	%	%	%
	Ventilation	%	%	%	%	%	%	%	%
	Lighting	%	%	%	%	%	%	%	%
	Dynamic building envelope	%	%	%	%	%	%	%	%
	Electricity	%	%				%	%	%
	Electric vehicle charging		%		%		%	%	%
	Monitoring and control	%	%	%	%	%	%	%	%

Figure 2 : Calcul de scores SRI à différents niveaux. Source : (European Commission, 2021)

La version finale du rapport de l'étude financée par la Commission européenne, reprenant les propositions techniques pour le calcul d'un Smart Readiness Indicator, est disponible en ligne ([rapport complet](#), [synthèse](#)).

Comme mentionné plus haut, au moment de la publication, les Régions belges n'ont pas encore décidé si l'introduction du SRI est souhaitable ou non et à quoi ressemblerait exactement la méthode de calcul SRI. En cas de décision d'introduire le calcul du SRI, il est probable que le 'catalogue de services' final présente de nombreux parallèles avec le catalogue de l'étude déjà réalisée. Dans cette optique, il est judicieux d'étudier les possibilités d'atteindre les niveaux de fonctionnalité les plus élevés de la norme, en fonction par exemple de la faisabilité technologique et économique.

1.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

D'une part, le 'catalogue de services' (et les niveaux de fonctionnalité par service) peuvent aider, pendant la phase de conception et de projet, à identifier les besoins auxquels le Smart Building pourra répondre et à déterminer jusqu'où aller pour satisfaire ces besoins.

D'autre part, on peut déterminer par calcul quel(s) score(s) SRI un bâtiment peut atteindre. Le calcul d'un score peut être effectué à différents niveaux. Un score peut être calculé pour chaque critère d'incidence et donne déjà, en soi, une idée du score qu'un bâtiment peut atteindre pour cet aspect précis. Les scores des sept critères d'incidence peuvent être résumés en un score pour les trois fonctionnalités principales. À leur tour, les scores de ces trois fonctionnalités principales peuvent être

rassemblés afin d'obtenir un score SRI unique pour le bâtiment. Un score SRI ne dit pas grand-chose dans l'absolu, mais les scores de différents bâtiments peuvent être comparés (de façon relative) si les mêmes facteurs de pondération ont été utilisés pour chaque calcul.

Comme évoqué, les facteurs de pondération doivent être définis par les États membres européens. La Figure 3 montre un exemple de pondération des scores pour les différents critères d'incidence lors du calcul du score des fonctionnalités principales et de la contribution finale des fonctionnalités principales au score SRI total (en l'occurrence, chaque fonctionnalité principale contribue dans une même mesure au score final).

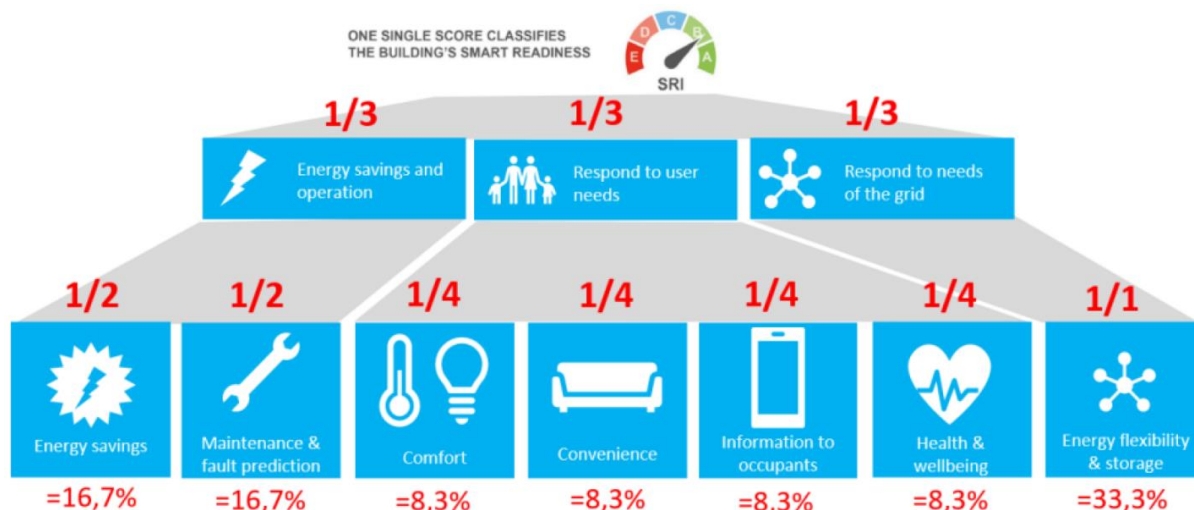


Figure 3 : Exemple de la part des scores pour les différents critères d'incidence dans le calcul du score des fonctionnalités principales et, finalement, dans le score SRI total. Source : (Verbeke, Aerts, Reynders, Ma, & Waide, 2020)

Un score total peut être utile pour comparer entre eux des bâtiments du même type ('benchmarking'), tandis que les scores plus détaillés peuvent être utilisés pour rechercher les domaines dans lesquels des améliorations sont les plus nécessaires ou souhaitables, ou encore pour identifier les 'quick wins'.

2 Ready2Services

2.1 Description

2.1.1 De quoi s'agit-il ?

Ready2Services ou R2S est un référentiel originaire de France, fruit d'une collaboration entre la Smart Buildings Alliance (SBA), l'alliance HQE-GBC (Haute Qualité Environnementale, Green Building Council), Certivéa et Cerway⁵. Le label R2S initial est uniquement applicable aux bâtiments non résidentiels, mais il existe entre-temps aussi une variante pour les bâtiments résidentiels ('R2S Residential').



Figure 4 : Logo Ready2Services
 Source : (Smart Buildings Alliance, 2022)

2.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

Le label R2S attribue un score basé sur un certain nombre d'exigences, classées dans six thèmes. Les thèmes suivants sont évalués dans le calcul du score pour le label R2S 'basique' pour les bâtiments non résidentiels : la connectivité, le réseau architectural, les appareils et interfaces, la sécurité numérique, la gestion responsable et les services (voir la Figure 5).

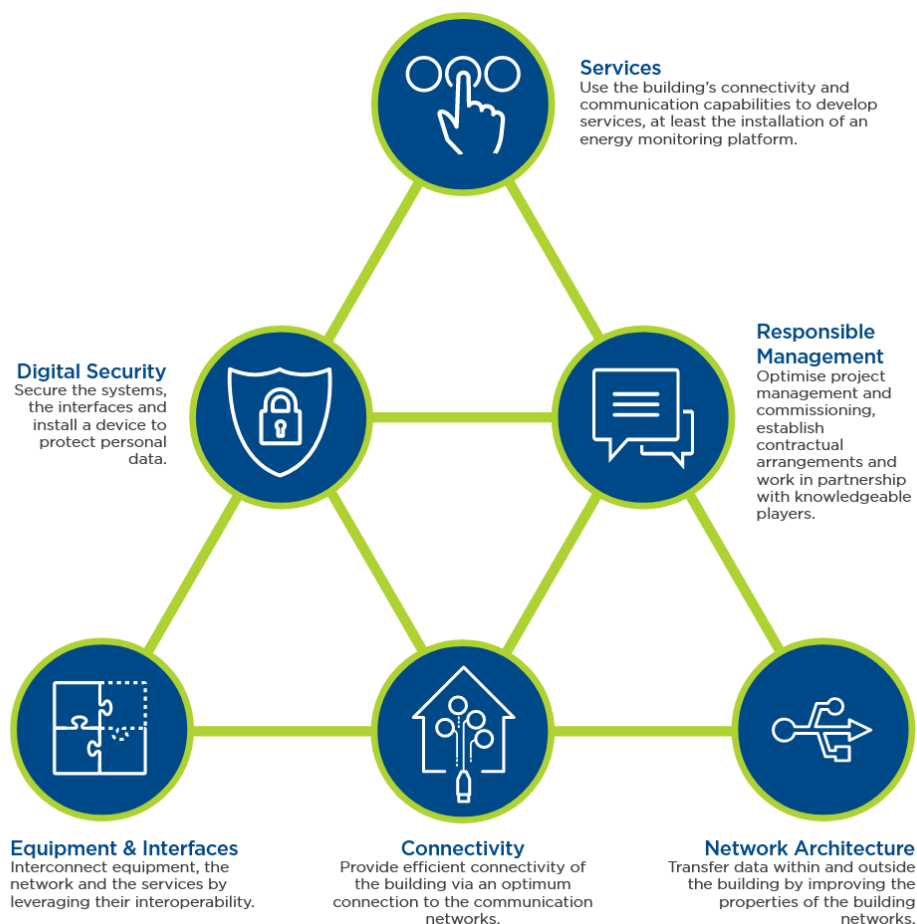


Figure 5 : Le référentiel 'Ready2Services' définit six domaines faisant l'objet d'exigences qui contribuent à réaliser (une infrastructure numérique dans) un bâtiment tourné(e) vers l'avenir. Source : (Smart Buildings Alliance, 2022)

⁵ Le label est attribué en France par Certivéa et dans les autres pays par Cerway, la branche internationale de Certivéa. Certivéa fait partie du CSTB français (Centre Scientifique et Technique du Bâtiment).

Le score reflète la mesure dans laquelle un bâtiment est capable, sur le plan technologique, de proposer des services intelligents ou ‘*smart devices*’. À cet égard, l’accent est mis sur le ‘*Smart Network*’, véritable colonne vertébrale du bâtiment intelligent rendant les différents services possibles. Les exigences sont principalement techniques, mais une grande attention est aussi accordée à d’autres aspects importants comme l’exploitation du système et la gestion des flux de données. Le score résultant du calcul, compris entre 0 % et 100 %, est converti en un classement à étoiles (de 0 à 3 étoiles, voir la Figure 6). Pour obtenir le label, il faut au moins satisfaire au niveau de base, ce qui signifie qu’il faut remplir toutes les conditions de base et obtenir au moins 20 % des points.

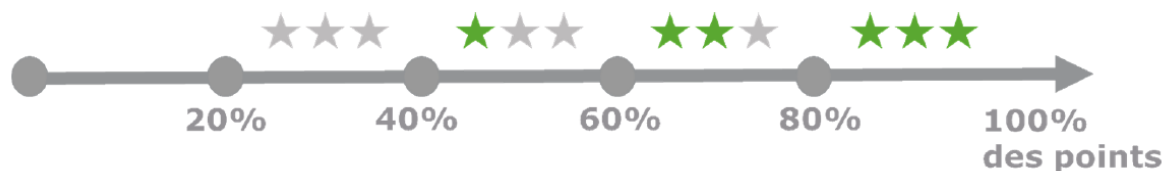


Figure 6 : Le score total, compris entre 0 % et 100 %, est converti en un classement à étoiles (de 0 à 3 étoiles). Source : (Smart Buildings Alliance ; Certivea, 2022)

Trois couches indépendantes sont définies à l’intérieur du cadre R2S :

- La couche ‘application’ : services
- La couche ‘communication’ : ‘*Smart Network*’
- La couche ‘hardware’ : écosystèmes des appareils

La définition des couches indépendantes offre au bâtiment une grande flexibilité et une extensibilité.

Une condition de base pour l’octroi du label R2S est la présence de ce que l’on appelle un ‘*Smart Network*’. Il s’agit d’un réseau Ethernet/IP à l’intérieur du bâtiment, défini comme suit :

« *The "Smart Network" is the unifying network of an R2S building, service oriented (SOA) and using the IP protocol. It is secured and exclusively uses the Ethernet standard on the local network and the Internet standard from the exterior of the building. The hardware ecosystems, whatever their protocol, communicate on the Smart Network using APIs or web services exposed on the Smart Network and on the World Wide Web.* »

Les différents systèmes du bâtiment doivent donc pouvoir communiquer au niveau de la couche ‘application’ (API, *web services*). L’API, abréviation de ‘*Application Programming Interface*’, permet à des composants de logiciels de communiquer entre eux. Le ‘*Smart Network*’ peut être un réseau physique indépendant ou peut recourir à une infrastructure IT préexistante. On utilisera traditionnellement des réseaux VLAN (‘*Virtual LAN*’) pour les différents systèmes recourant au ‘*Smart Network*’. La définition de règles de routage entre ces réseaux VLAN (‘*inter-VLAN routing*’) permet aux différents systèmes de communiquer entre eux. Les réseaux VLAN permettent également de maintenir le ‘*Smart Network*’ logiquement distinct d’autres réseaux sur la même infrastructure physique, comme ceux utilisés par exemple par les usagers du bâtiment. Les systèmes qui ne sont pas basés sur Ethernet/IP (p. ex. KNX ou Bluetooth) peuvent être connectés au ‘*Smart Network*’ par le biais d’une passerelle (*gateway*)⁶.

Le label R2S ‘basique’ est mis sur le marché à titre de première étape pour rendre les bâtiments plus ‘*smart ready*’. L’accent est mis sur la construction d’un ‘*Smart Network*’ permettant une

⁶ La spécification R2S impose de respecter dans ces systèmes les normes en vigueur.

interopérabilité facile et sûre entre les différents systèmes du bâtiment. Le ‘Smart Network’ constitue l’infrastructure de base (‘backbone’) permettant de mettre en œuvre toutes sortes de services. En dehors du monitoring énergétique, considéré comme un must-have pour tous les bâtiments, la spécification R2S ‘basique’ ne mentionne pas de services spécifiques pour les bâtiments non résidentiels.

Des extensions du label R2S permettent toutefois d’examiner plus en profondeur des services spécifiques. Les extensions 4GRIDS et 4MOBILITY sont déjà disponibles au moment de la publication. L’extension 4GRIDS ([lien](#)) met l’accent sur les services liés à la gestion de l’énergie, tandis que l’extension 4MOBILITY ([lien](#)) examine plus en détail l’infrastructure de recharge pour les véhicules électriques. D’autres extensions devraient encore être publiées à l’avenir (voir la Figure 7). Enfin, il convient de mentionner qu’un cadre de référence ‘R2S Connect’ a déjà été publié également ([lien](#)). R2S Connect sert de cadre pour spécifier les API utilisés à l’intérieur d’un bâtiment.



Figure 7 : Présentation de R2S avec de nombreuses extensions possibles. Les extensions 4GRIDS et 4MOBILITY sont déjà disponibles au moment de la publication. Source : (Smart Buildings Alliance ; Certivea, 2022)

Une mise à jour de la spécification R2S de base est attendue et se basera sur les expériences des premières années d’application du label. L’une des adaptations attendues est l’extension du chapitre consacré aux services⁷.

⁷ Au moment de la publication de la traduction française de ce document, la nouvelle version du référentiel a déjà été publiée. Vous pouvez la télécharger gratuitement sur le site <https://www.smartbuildingsalliance.org/version-2-label-ready2services-evolution-en-action>

2.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

Bien que le niveau d'adoption du label R2S en Belgique soit encore limité, un maître d'ouvrage ou un gestionnaire de bâtiment peut bien entendu décider d'appliquer le référentiel à ses bâtiments afin que ceux-ci affichent un score 'Ready2Services'. Cela peut apporter une certaine plus-value au bâtiment.

Même sans appliquer effectivement R2S à un bâtiment, le référentiel peut s'avérer précieux dans la réalisation d'un Smart Building. Les critères utilisés pour le calcul des scores R2S peuvent être une source d'inspiration lorsqu'il s'agit d'identifier les besoins, d'y répondre et de les traduire en exigences techniques. Le label R2S 'basique' utilise une longue liste d'exigences pour les six thèmes repris à la Figure 5. Les thèmes et les exigences sous-jacentes dans le label R2S 'basique' se concentrent sur l'infrastructure ('*Smart Network*') à laquelle des services intelligents peuvent être greffés. Pour les exigences relatives à une fonctionnalité spécifique, comme la gestion de l'énergie ou l'infrastructure de recharge pour les véhicules électriques, on pourra recourir aux extensions du label R2S.

3 WiredScore et SmartScore

3.1 Description

3.1.1 De quoi s'agit-il ?

WiredScore ([site Internet](#)) est une organisation délivrant aux bâtiments des certificats qui, comme son nom l'indique, permet principalement d'évaluer la connectivité numérique, mais qui permet aussi plus généralement d'évaluer l'infrastructure numérique et la capacité technologique d'un bâtiment.

WiredScore a vu le jour en 2013 à New York (États-Unis) et a depuis ouvert des bureaux en Europe (Royaume-Uni, Allemagne, France...) et en Australie. Depuis avril 2021, l'organisation WiredScore propose également une certification SmartScore ([site Internet](#)). Au travers de cette certification, l'organisation entend apporter la clarté sur ce qu'est un bâtiment intelligent, formuler des directives sur la manière de procéder et, enfin, fournir la preuve de la valorisation d'un bâtiment devenu 'intelligent'.

3.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

Pour la certification WiredScore, une distinction est opérée entre WiredScore Office et WiredScore Home.

WiredScore Office prévoit une certification pour les immeubles de bureaux. Le score est basé sur les critères suivants :

- *'Resilience'* : disponibilité et fiabilité d'un Internet large bande par la biais de la fibre de verre
- *'Mobile'* : qualité de la couverture mobile
- *'User experience'* : qualité de la connectivité numérique pour les utilisateurs finaux
- *'Future readiness'* : flexibilité et adaptabilité de l'infrastructure numérique
- *'Choice of providers'* : disponibilité de plusieurs fournisseurs d'Internet large bande

WiredScore Home prévoit une certification des bâtiments résidentiels pour le marché de la location. Le score est basé sur les critères suivants :

- *'Masterplanning'* : comment la connectivité est acheminée jusqu'au bâtiment
- *'Services'* : services mis à la disposition des locataires
- *'Innovation'* : degré d'utilisation de la connectivité numérique et des technologies intelligentes pour améliorer l'expérience utilisateur et l'efficacité du bâtiment
- *'Infrastructure'* : flexibilité et adaptabilité de l'infrastructure numérique physique
- *'Monitoring'* : gestion des performances du réseau et feedback des utilisateurs

La certification **SmartScore** est basée sur les critères suivants, classés dans les catégories « *outcome* » et « technique » :

- *'User functionality'*
 - *'Individual and collaborative productivity'*
 - *'Health and wellbeing'*
 - *'Sustainability'*
 - *'Communities and services'*
 - *'Maintenance and operations'*
 - *'Safety and security'*

- *'Technological foundations'*
 - *'Tenant digital connectivity'*
 - *'Building systems'*
 - *'Landlord integration network'*
 - *'Governance'*
 - *'Cybersecurity'*
 - *'Data sharing'*

Un accès à la *'SmartScore certification Scorecard'*, qui fournit davantage d'informations sur les différents critères, peut être demandé via [ce lien](#).

3.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

La certification **WiredScore** met l'accent sur l'infrastructure pour la **connectivité numérique** et sur la qualité de cette connectivité telle que perçue par les utilisateurs finaux. Les critères et méthodes utilisés peuvent être une source d'inspiration pour tenir compte le plus possible des aspects pertinents liés à l'infrastructure de connectivité numérique au moment de définir les exigences fonctionnelles et techniques d'un Smart Building.

La certification WiredScore a déjà été utilisée à de multiples reprises en Amérique du Nord, en Australie et en Europe. En Europe, on compte déjà beaucoup de bâtiments certifiés en Allemagne, en France, en Grande-Bretagne et en Irlande. On dénombre aussi déjà quelques bâtiments certifiés aux Pays-Bas. Au moment de la publication, le nombre d'applications en Belgique est encore limité.

La certification **SmartScore** met l'accent sur l'**expérience des utilisateurs finaux** (*'Smart User Stories'*) en termes de confort, de productivité et de facilité d'utilisation. Les critères utilisés à cet égard peuvent servir de source d'inspiration au départ d'un projet, afin de définir au mieux les besoins et les souhaits fonctionnels. La certification SmartScore examine par ailleurs la technologie sous-jacente nécessaire pour concrétiser cette expérience. Ces critères technologiques peuvent ensuite être utilisés, par exemple, en guise de support pour mettre en application les exigences techniques lors de l'établissement d'un cahier des charges.

Au moment du lancement de la certification, il a été annoncé qu'elle s'appliquerait déjà à 70 bâtiments. On peut s'attendre à ce que l'utilisation de SmartScore augmente d'abord dans les pays où WiredScore est déjà bien ancré.

Contrairement au *'Smart Readiness Indicator'* (SRI) et à *'Ready2Services'* (R2S), les critères et la méthodologie utilisée pour le calcul du WiredScore et du Smartscore ne sont pas accessibles au public jusqu'au niveau de détail le plus précis.

Tout comme pour les autres certificats traités dans le présent document, l'obtention d'un certificat WiredScore ou Smartscore peut constituer une plus-value pour le bâtiment. Les certificats de WiredScore peuvent notamment être intéressants pour les promoteurs immobiliers, par exemple dans le cadre de la mise en location d'immeubles de bureaux ou de bâtiments résidentiels. Pour le locataire ou l'utilisateur final du bâtiment, un certificat constitue une garantie de qualité, tant par rapport aux fonctionnalités présentes que pour ce qui concerne les possibilités d'extensions ou d'adaptations à l'avenir.

4 Smart Building Certification

4.1 Description

4.1.1 De quoi s'agit-il ?

Smart Building Certification (SBC, [site Internet](#)) est une organisation néerlandaise fondée en février 2020 qui délivre des certificats du même nom. Au moment de la publication, deux types de certificats sont proposés. La certification *'Core & Shell'* est axée sur l'infrastructure technique et les possibilités qu'elle peut offrir. La certification *'In Operation'* concerne la manière dont cette infrastructure est utilisée pour offrir une fonctionnalité de Smart Building. En toute logique, cette dernière certification n'est possible que pour les bâtiments en phase d'utilisation, tandis que la certification *'Core & Shell'* peut être obtenue durant la phase de conception.

4.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

La certification consiste en une procédure d'évaluation du projet Smart Building par trois experts/assesseurs indépendants (principe de *'peer review'*). Dans le cadre de la certification, un avis peut également être formulé à propos des améliorations possibles. Pour cette évaluation, on examine dans quelle mesure des technologies sont présentes et sont utilisées dans les domaines suivants :

- *'Building Usage'*
- *'Building Performance'*
- *'Building Environment'*
- *'Health, Safety, and Security'*
- *'User Behavior and Collaboration'*
- *'Integrative Design and Connectivity'*

Des scores (*'Platinum'*, *'Gold'*, *'Silver'* ou *'Bronze'*) sont attribués pour chaque sous-thème et sont fusionnés en un score total pour le bâtiment. En plus des activités de certification, SBC offre un soutien aux organisations souhaitant réaliser des projets Smart Building (p. ex. via des workshops en ligne). SBC entend également rapprocher les différents acteurs de l'écosystème Smart Building. Pour ce faire, elle organise notamment des événements, du *partner matching* et met en avant les exemples à suivre sous la forme d'études de cas. Smart Building Certification travaille avec différents partenaires dans la recherche et dans l'industrie. Parmi ces derniers, on retrouve aussi bien des grandes entreprises (*'corporate'*) que des plus petites (*'startup/scaleup'*), et ce dans diverses disciplines allant du financement de projet à la proptech.

4.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

Les domaines d'évaluation et cas d'étude utilisés peuvent être une source d'inspiration intéressante lorsqu'il s'agit de définir et de prescrire des projets Smart Building. Les autres services proposés par SBC peuvent aider à définir les objectifs du projet et les étapes à franchir à un stade précoce. Le réseau de partenaires de SBC peut également constituer une source d'inspiration et donner forme à d'éventuelles collaborations. Comme pour le WiredScore/SmartScore, les critères et la méthodologie utilisée pour le calcul du score ne sont pas accessibles au public jusqu'au niveau de détail le plus précis.

5 SPIRE Smart Building Program

5.1 Description

5.1.1 De quoi s'agit-il ?

Le SPIRE Smart Building Program ([site Internet](#)) a été lancé en 2020 aux États-Unis par la Telecommunications Industry Association (TIA) et UL. TIA ([site Internet](#)) est une association qui réunit des fournisseurs de technologies de l'information et de la communication et développe des normes (ICT). UL ([site Internet](#), auparavant : Underwriters Laboratories) est une organisation spécialisée dans la sécurité et qui développe aussi des normes, comme des normes de sécurité et des normes pour les produits électroniques.

5.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

Le programme prévoit un outil d'auto-évaluation en ligne ('*self-assessment*') permettant d'évaluer la technologie et les performances d'un bâtiment intelligent. On utilise pour cette évaluation des critères classés dans les domaines suivants :

- '*Power and Energy*'
- '*Health and Wellbeing*'
- '*Life and Property Safety*'
- '*Connectivity*'
- '*Cybersecurity*'
- '*Sustainability*'

Outre l'outil d'auto-évaluation en ligne, on peut aussi opter pour un '*Verified Assessment and Rating*'. Cette évaluation est effectuée par un auditeur et offre la possibilité d'obtenir un certificat '*Verified Mark*'. Au moment de la publication, il est également question d'une possibilité de benchmarking à l'avenir. Elle permettrait de comparer des bâtiments entre eux sur la base de données harmonisées récoltées par le biais du programme. Le programme semble mettre l'accent sur les bâtiments non résidentiels⁸.

5.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

L'outil d'auto-évaluation en ligne peut être utilisé pour avoir assez rapidement et facilement une idée des performances d'un bâtiment dans des thèmes définis. Les informations obtenues peuvent ensuite être utilisées pour motiver davantage les décisions visant à améliorer un bâtiment dans différents domaines (p. ex. la gestion du bâtiment, la consommation énergétique...) au travers de la prescription de solutions appropriées. Comme pour le WiredScore/SmartScore et SBC, les critères et la méthodologie utilisée pour le calcul du score ne sont pas accessibles au public jusqu'au niveau de détail le plus précis.

⁸ Le site Internet mentionne les types de bâtiments suivants : '*Commercial*', '*Institutional*', '*Industrial*', '*Retail and Hospitality*', '*Medical*' et '*Public Venues*'

6 Obligations pour les systèmes de gestion technique du bâtiment dans l'EPBD

6.1 Description

6.1.1 De quoi s'agit-il ?

La directive⁹ modifiant l'EPBD européenne (*Energy Performance of Buildings Directive*¹⁰) pose (aux articles 14 et 15, alinéa 4) les exigences suivantes concernant les systèmes d'automatisation et de contrôle du bâtiment pour les grands bâtiments non résidentiels :

« Les États membres fixent des exigences garantissant que, lorsque cela est techniquement et économiquement réalisable, les bâtiments non résidentiels ayant

- *[article 14] des systèmes de chauffage ou des systèmes de chauffage et de ventilation des locaux combinés*
- *[article 15] des systèmes de climatisation ou des systèmes de climatisation et de ventilation combinés*

d'une puissance nominale utile supérieure à 290 kW sont équipés de systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments d'ici 2025.

Les systèmes d'automatisation et de contrôle de bâtiments sont capables :

- a) de suivre, d'enregistrer et d'analyser en continu la consommation énergétique et de permettre de l'ajuster en continu ;*
- b) de situer l'efficacité énergétique du bâtiment par rapport à des valeurs de référence, de détecter les pertes d'efficacité des systèmes techniques de bâtiment et d'informer la personne responsable des installations ou de la gestion technique du bâtiment des possibilités d'amélioration de l'efficacité énergétique ; et*
- c) de permettre la communication avec les systèmes techniques de bâtiment connectés et d'autres appareils à l'intérieur du bâtiment, et d'être interopérables avec des systèmes techniques de bâtiment impliquant différents types de technologies brevetées, de dispositifs et de fabricants.*

Le même document définit un système d'automatisation et de contrôle du bâtiment comme suit :

« un système comprenant tous les produits, logiciels et services d'ingénierie à même de soutenir le fonctionnement efficace sur le plan énergétique, économique et sûr des systèmes techniques de bâtiment au moyen de commandes automatiques et en facilitant la gestion manuelle de ces systèmes techniques de bâtiment ».

Cette définition correspond donc bien à celle d'un système de gestion technique du bâtiment (SGTB). La version anglaise de la directive utilise le terme '*Building Automation and Control System*' (BACS).

⁹ Directive (UE) 2018/844 du Parlement européen et du Conseil du 30 mai 2018 modifiant la directive 2010/31/UE sur la performance énergétique des bâtiments et la directive

2012/27/UE relative à l'efficacité énergétique

¹⁰ Également à la base de l'élaboration du Smart Readiness Indicator, voir le chapitre 2.

La directive européenne est une directive. Il ne s'agit donc pas d'une législation imposée aux citoyens, mais les États membres sont obligés de la transposer dans une réglementation nationale propre (pour la Belgique : régionale). La description de ce qu'un BACS doit pouvoir faire dans le cadre des articles 14 et 15 est sujette à interprétation et doit être traduite en des prescriptions plus concrètes lors de la transposition par les États membres individuels. Dans une recommandation¹¹, la Commission suggère que les États membres puissent par exemple utiliser les classes d'efficacité BAC décrites dans la norme européenne EN 15232-1:2017 (« Performance énergétique des bâtiments - Partie 1 : Impact de l'automatisation, de la régulation et de la gestion technique - Modules M10-4,5,6,7,8,9,10 »). Les Régions de Belgique doivent encore attendre la publication de la législation pour savoir à quoi ressemblera exactement la transposition des articles concernés.

La *European Building Automation and Controls Association* (eu.bac) représente quelques grands fabricants de produits et systèmes pour la domotique et l'automatisation des bâtiments. L'organisation a publié divers documents pour soutenir la mise en œuvre des directives EPBD pertinentes à ses yeux. L'un de ces documents est la '*BACS Compliance Verification Checklist*' (lien) dans laquelle des conditions cadres et des exigences pour les BACS dans les articles susmentionnés de la directive EPBD sont traduites en une série de questions fermées concrètes du style « *Does BACS have the possibility potential to set and modify setpoints for HVAC-related systems / devices?* ». De cette manière, eu.bac entend fournir un outil permettant de déterminer facilement si un bâtiment se trouve dans le domaine d'application de la directive et, si oui, s'il répond aux exigences posées. Cet outil peut donner la bonne direction dans certains cas, mais ne constitue pas une garantie qu'un BACS sera conforme à la réglementation qui sera finalement en vigueur dans un État membre déterminé. Une checklist similaire a été établie aux Pays-Bas par le *Rijksdienst voor Ondernemend Nederland* (lien).

6.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

En fin de compte, les prescriptions émises par les États membres individuels seront déterminantes mais, dans l'attente de celles-ci, on peut déjà essayer de tenir compte au mieux de la directive, sur la base des informations disponibles, lors de la prescription de systèmes de gestion technique du bâtiment dans les grands bâtiments non résidentiels (puissance thermique ≥ 290 kW). La description générale des exigences BACS dans la directive EPBD peut être utilisée comme une première approche. La '*BACS Compliance Verification Checklist*' prévue par eu.bac et la checklist mise à disposition par RVO peuvent aussi éventuellement servir de guides supplémentaires.

Indépendamment de l'aspect lié à la réglementation et des obligations y afférentes, les exigences posées dans la directive sont bien sûr aussi une source d'inspiration très pertinente pour la prescription d'un Smart Building et des systèmes de gestion technique du bâtiment qu'il abrite. Étant donné l'origine de la directive, l'accent est mis sur la question de l'efficacité énergétique, mais une attention est explicitement accordée, par exemple, au rôle qu'un BACS peut jouer en matière d'interopérabilité, un point d'attention majeur dans les bâtiments intelligents. La directive et les checklists peuvent également être des sources d'inspiration intéressantes pour les plus petits bâtiments non résidentiels (<290 kW) et pour les bâtiments résidentiels.

À noter d'ailleurs que la Directive, aux articles 14 et 15, laisse une ouverture pour la formulation d'exigences similaires pour les bâtiments résidentiels (les États membres ne doivent pas, mais peuvent le faire). De plus, la Directive oblige également les États membres à imposer une inspection et un contrôle réguliers des installations de chauffage et de refroidissement de plus de 70 kW, mais autorise

¹¹ RECOMMANDATION DE LA COMMISSION (UE) 2019/1019 du 7 juin 2019 sur la modernisation des bâtiments

par ailleurs les États membres souhaitant prévoir cette exception dans leur réglementation à remplacer cette inspection obligatoire par un système de gestion technique du bâtiment adéquat¹². Dans ce sens aussi, il peut s'avérer payant de prévoir un système de réglage correspondant le plus possible à ce qui est visé dans l'EPBD.

¹² Pour les bâtiments non résidentiels, il s'agit d'un système répondant à la description susmentionnée, de l'alinéa 4. Pour les bâtiments résidentiels, les caractéristiques suivantes sont décrites à l'alinéa 5 des articles 14 et 15 :

« Équipés :

- a) de la fonctionnalité de suivi électronique continu qui mesure l'efficacité du système et informe les propriétaires ou les gérants du bâtiment lorsque celle-ci accuse une diminution marquée et qu'un entretien du système s'impose; et
- b) de fonctionnalités de contrôle efficaces pour assurer la production, la distribution, le stockage et l'utilisation optimales de l'énergie.

7 Publication ISSO 115 : Exigences de conception pour les systèmes de gestion technique du bâtiment

7.1 Description

7.1.1 De quoi s'agit-il ?

ISSO est une organisation néerlandaise qui développe et diffuse des connaissances à l'attention des professionnels de la construction et de l'installation. Elle émet notamment des publications sur des thèmes pertinents pour les entreprises de construction et les installateurs. La publication 115 ([lien](#)) porte sur les systèmes de gestion technique du bâtiment et a été émise en 2018 (une mise à jour est en cours au moment de la publication) en collaboration avec le groupe d'experts 'Gebouwautomatisering en beheer' de l'organisation TVVL, un autre organisme de connaissance néerlandais, axé sur la technique d'installation.

7.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

La publication ISSO 115 fournit des outils pour élaborer un programme d'exigences (PDE) pour les systèmes de gestion technique du bâtiment. Elle se base sur un certain nombre d'utilisateurs types d'un système de gestion technique du bâtiment (SGTB), appelés des « *personae* ».

- Propriétaire et Facility manager
- Gestionnaire
- Utilisateur du lieu
- Technicien



Installateurs



Gebouweigenaren



Facility managers



Gebruikers

Figure 8 : Utilisateurs (*personae*, classement générique) définis dans la publication ISSO 115 néerlandaise, axée spécifiquement sur les 'Exigences de conception des systèmes de gestion technique du bâtiment'. Source : (ISSO, 2022)

Trois niveaux d'équipement possibles sont par ailleurs utilisés pour le système de gestion technique du bâtiment (élevé, bon, suffisant). Un questionnaire 'quickscan' est mis à disposition et permet de calculer, à l'aide de quelques questions fermées et à choix multiples, un score déterminant le niveau d'équipement.

La majeure partie de la publication consiste en une énumération des exigences sur différents thèmes. Pour chaque exigence, trois pistes possibles sont données selon le niveau d'équipement souhaité. Pour les différents thèmes, on indique aussi chaque fois quelles *personae* et quelle phase de construction (par exemple la phase de conception) sont concernées.

7.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

Durant la phase préliminaire d'un projet de Smart Building, la publication peut servir de source d'information générale, par exemple pour les personnes qui maîtrisent moins bien les systèmes de gestion technique du bâtiment. Par ailleurs, la publication peut être une source d'inspiration pour identifier les éléments importants et obtenir d'éventuelles informations supplémentaires auprès d'organismes pertinents.

Dans les phases ultérieures, une première étape peut consister à utiliser le questionnaire 'quickscan' pour avoir un aperçu des souhaits fonctionnels. Puis, les chapitres suivants de la publication peuvent être utilisés afin de composer un programme d'exigences pour le système de gestion technique du bâtiment. La publication traite un assez grand nombre de sujets allant de la 'législation et réglementation' (aux Pays-Bas) à la 'Création d'une base pour l'analyse de données', de sorte que le résultat constitue un aperçu assez détaillé d'exigences fonctionnelles et techniques servant d'input pour la phase d'adjudication.

8 WELL

8.1 Description

8.1.1 De quoi s'agit-il ?

Le WELL Building Standard Initial a fait son apparition en 2014 à l'initiative de l'entreprise privée américaine Delos Living. Au moment de la publication, la version la plus récente de la norme est WELL v2. Elle est gérée par l'International WELL Building Institute (IWBI), une 'Public Benefit Corporation' américaine, c'est-à-dire une entreprise visant également, outre les objectifs financiers traditionnels, des objectifs sociétaux. Une certification WELL peut être obtenue via l'IWBI ([site Internet](#)) ou par le biais de Green Business Certification Inc. (GBCI), l'organisation fournissant également une certification LEED.

La norme de bâtiment WELL est basée sur la recherche scientifique examinant le rapport entre la santé/le bien-être des utilisateurs du bâtiment et les bâtiments proprement dits. La norme WELL se concentre donc sur des aspects pouvant avoir un impact sur la santé et/ou le bien-être des utilisateurs d'un bâtiment.

8.1.2 Comment cela fonctionne-t-il ?

La certification WELL est réalisée sur la base de la documentation fournie et d'une visite d'audit sur place. Le résultat du certificat est un score (bronze, argent, or ou platinum). Les thèmes pris en compte dans le calcul du score sont les suivants :

- Air ('Air')
- Eau ('Water')
- Approvisionnement ('Nourishment')
- Lumière ('Light')
- Mouvement ('Movement')
- Confort thermique ('Thermal Comfort')
- Son ('Sound')
- Matériaux ('Materials')
- Esprit ('Mind')
- Communauté ('Community')

8.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

Si la certification WELL fait partie de l'objectif d'un projet, il est important de prévoir le monitoring nécessaire des paramètres entrant en ligne de compte dans la détermination du score WELL. Ainsi, pour le thème 'air', il est important de contrôler certains paramètres (comme l'humidité de l'air, le CO₂, les composés organiques volatils, le radon, etc.) et donc de prévoir les capteurs nécessaires à cette fin. Ces aspects peuvent également influencer le choix et la conception de systèmes HVAC (p. ex. action de filtrage, débits de ventilation). Dans les thèmes 'eau' et 'lumière', on pourra obtenir des points supplémentaires en mettant en œuvre des applications de capteurs intelligents. D'autres thèmes sont moins directement liés à la fonctionnalité Smart Building. Pourtant, pour ces thèmes aussi, des applications Smart Building peuvent contribuer à atteindre les objectifs WELL. Ainsi, un système de contrôle du lieu de travail peut par exemple contribuer à la bonne évaluation de l'environnement de travail en ce qui concerne la possibilité de se concentrer sur son travail, dans le cadre de la thématique 'esprit'.

Bon nombre des aspects intervenant dans WELL sont également présents dans des labels et systèmes de mesure de durabilité comme BREEAM et GRO. Même si l'obtention d'une certification WELL ou d'un label de durabilité ne fasse pas partie du scope initial du projet, la santé et le bien-être des usagers du bâtiment constituent de toute façon des perspectives importantes à prendre en considération lors de la définition des exigences pour un Smart Building.

9 Labels et systèmes de mesure de la durabilité

9.1 Description

Il existe de nombreux labels et systèmes permettant de mesurer la durabilité de bâtiments. Voici quelques labels et systèmes de mesure couramment utilisés :

- BREEAM : Building Research Establishment Environmental Assessment Method
- LEED : Leadership in Energy and Environmental Design
- HQE : Haute Qualité Environnementale
- GRO : guide des projets de construction durables des pouvoirs publics flamands
- DGNB : Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

9.2 Quel rôle cela peut-il jouer dans la réalisation de Smart buildings ?

Ces labels ou systèmes sont axés sur la durabilité des bâtiments complets, un thème qui est indissociablement lié à la réalisation de Smart Buildings. Pensons par exemple à l'utilisation efficace de l'énergie et de l'eau. Par ailleurs, des systèmes de bâtiment intelligents peuvent aussi contribuer à une gestion durable des bâtiments (p.ex. via une maintenance conditionnelle) et à rendre le comportement des utilisateurs plus durable (p. ex. donner un aperçu de la consommation et formuler des conseils sur des panneaux d'information). Des systèmes de monitoring peuvent également contribuer à limiter les dégâts irréversibles aux matériaux (p. ex. dus à une fuite d'eau) ou l'impact sur la santé et l'environnement (p. ex. en cas de fuite d'un combustible ou d'un gaz de refroidissement).

Des labels tels que BREEAM posent des exigences spécifiques relatives à la santé et au bien-être, à la gestion (p. ex. *commissioning*), à la surveillance de la consommation d'eau, à la détection de fuites d'eau, à la consommation énergétique et à la détection de fuites de gaz de refroidissement. Si l'obtention d'un label de qualité fait partie du scope du projet, il faudra donc potentiellement en tenir compte lors de la prescription et de la conception du bâtiment intelligent. Même lorsqu'un label de durabilité ne fait pas partie des objectifs initiaux, il est conseillé de prendre en compte les aspects liés à la durabilité parmi les perspectives lors de la prescription et de la réalisation de Smart Buildings. De cette manière, le bâtiment est paré pour l'avenir et atteindra automatiquement un score plus élevé s'il est soumis ultérieurement à une évaluation ou une certification de durabilité (sur base volontaire ou non).

10 Conclusion

Nous observons une évolution indéniable vers des bâtiments plus durables et plus efficaces sur le plan énergétique, dont les utilisateurs occupent une place centrale. L'évolution vers les Smart Buildings (bâtiments équipés de technologies intelligentes) peut contribuer à rendre les bâtiments plus durables, plus efficaces sur le plan énergétique et permettre de les construire et de les gérer à la mesure des utilisateurs.

Il existe de nombreux outils destinés à évaluer les bâtiments et leur équipement ou permettant de comparer les performances de bâtiments ('benchmarking') Il s'agit d'indicateurs, de labels, de directives, de cadres légaux... C'est aussi le cas pour les Smart Buildings. L'émergence de nouveaux outils et labels commerciaux laisse supposer qu'il existe une demande croissante de labels et de certificats permettant d'évaluer et de comparer entre elles les réalisations de Smart Buildings. Il existe aussi bien des outils axés sur les aspects technologiques (p. ex. structure d'une infrastructure de base numérique) que des outils axés davantage sur les applications.

Ce document a pour but de présenter un aperçu (non exhaustif) des outils directement ou indirectement liés aux Smart Buildings; Outre une description de l'outil et de son fonctionnement, on y trouve pour chaque outil une brève description du rôle que celui-ci peut jouer dans la réalisation d'un Smart Building.

Le document offre au lecteur la possibilité de découvrir les différents outils, lui permettant ainsi de décider d'appliquer un ou plusieurs de ces outils dans son projet de construction ou de rénovation. Mais même sans être effectivement appliqués à un projet, ces outils peuvent présenter une grande valeur. En effet, la documentation qui accompagne les différents projets peut être consultée librement (en totalité ou en partie). Cette documentation contient une multitude de descriptions fonctionnelles et/ou techniques pouvant constituer une source d'information intéressante pour la conceptualisation et la réalisation d'un projet de Smart Building.

L'établissement de ce document s'inscrivait dans le cadre d'une mission visant à élaborer un Guide pratique Smart Buildings. Ce guide pratique est disponible sur le site Internet suivant. :

<https://www.smartbuildingsinuse.be/publicaties-en-artikels/>

11 Bibliographie

European Commission. (2021, December 7). SRI training webinar. *Smart Readiness Indicator (SRI)*.

ISSO. (2022). *ISSO-publicatie 115 Ontwerpeisen gebouwbeheersystemen*. Récupéré sur <https://isso.nl/publicatie/isso-publicatie-115-ontwerpeisen-gebouwbeheersystemen/2018?query=115>

Smart Buildings Alliance ; Certivea. (2022). *Presentation of R2S V2 framework for non-residential buildings*. Smart Buildings Alliance ; Certivea.

Smart Buildings Alliance. (2022). *Cadre de référence R2S*. Récupéré sur <https://www.smartbuildingsalliance.org/project/cadre-de-reference-r2s>

Smart Buildings Alliance. (2022). *R2S frame of reference*. Récupéré sur <https://www.smartbuildingsalliance.org/en/project/r2s-frame-of-reference>

Verbeke, S., Aerts, D., Reynders, G., Ma, Y., & Waide, P. (2020). *Final report on the technical support to the development of a smart readiness indicator for buildings*. European Commission, Directorate-General for Energy. Publications Office of the European Union.