

SLG 

Schweizer Licht Gesellschaft
Association Suisse pour l'éclairage
Associazione Svizzera per la luce

sens  **NORM**

Un projet de la SLG Projects GmbH

Guide pour l'utilisation de

capteurs dans les applications d'éclairage

Mit Unterstützung von

 **energieschweiz**
Unser Engagement: unsere Zukunft.

Impressum

Dans le cadre du programme Energy4Light, la société suisse pour l'éclairage SLG souhaite promouvoir l'utilisation de capteurs en Suisse, en coopération avec l'Office fédéral de l'énergie OFEN.

La préparation des connaissances correspondantes est un élément de ce programme.

Ce document sert de base à l'enseignement et aux formations des professionnels en Suisse. Sur sa base, des séminaires, des formations, et des documents plus approfondis seront créés et proposés.

La société suisse pour l'éclairage SLG remercie les entreprises ci-dessous pour leur soutien lors de la création de ce guide.



Élaboré par sensNORM et SLG 01.11.2019

Révision 5

Contenu

1	Préambule : Energy4Light	6		
2	Les capteurs dans l'éclairage	7		
2.1	Contribution au rendement énergétique et au potentiel d'économie d'énergie.....	7		
2.2	Lieux d'utilisation judicieux	8		
2.3	Acceptation par l'utilisateur	8		
3	Introduction des capteurs	10		
3.1	Les tâches des capteurs dans l'éclairage 10			
3.2	Détecteurs de présence et de mouvement	10		
3.2.1	Détecteur de mouvement	10		
3.2.2	Détecteur de présence	11		
3.3	Éclairage à capteurs et éclairage intelligent en réseau.....	12		
3.3.1	Éclairage à capteurs.....	12		
3.3.2	Éclairage intelligent en réseau.	12		
3.4	Définition des différents termes	15		
3.4.1	Zone de détection.....	15		
3.4.2	Lumière naturelle, lumière artificielle, et lumière mixte	15		
3.4.3	Paramètres et fonctions	16		
4	Mesure de la lumière	18		
4.1	Mesure de luminosité	18		
4.2	Ajustement de la mesure de luminosité.....	18		
4.3	La mesure de la lumière en détail....	19		
5	Fonctionnement et limites des technologies de capteurs.....	21		
5.1	Aperçu des technologies de capteurs 21			
5.2	Passif à infrarouge (PIR)	21		
5.3	Haute fréquence (HF).....	24		
5.4	TruePresence®	26		
5.5	Ultrasons (US)	27		
5.6	Capteurs à image	27		
5.7	Combinaisons de technologies de capteurs	28		
5.8	Avantages et inconvénients des technologies des capteurs	29		
6	Choix du capteur	31		
6.1	Domaine d'utilisation.....	31		
6.2	Zone de détection	33		
6.3	Sensibilité.....	35		
6.4	Types et modes de montage.....	36		
6.4.1	Capteurs de plafond	37		
6.4.2	Capteurs muraux.....	38		
6.4.3	Détecteur intégré	39		
6.5	Types de protection IP et IK	39		
6.6	Classe de protection IK selon la norme EN 50102.....	42		
7	Caractéristiques techniques des capteurs	44		

7.1 Consommation en mode veille.....	44	détection.....	59
7.2 Sorties de commande des capteurs .	44	8.4.2 Erreurs dues à la mesure de	
7.3 Allumage de la lumière.....	44	lumière.....	61
7.4 Commutation d’installation HVAC....	45	8.4.3 Erreurs dans l’installation.....	62
7.5 DIM 1-10V	46	9 Exemples de planification.....	63
7.6 Sorties avec communication	47	10 Index des tableaux	64
7.6.1 DALI.....	47	11 Liste des schémas.....	65
7.6.2 KNX	49		
7.6.3 IP.....	50		
7.6.4 BACnet	50		
7.6.5 Interfaces sans fil	51		
8 La planification avec des capteurs	52		
8.1 Bases de planification.....	52		
8.1.1 Planification du contrôle de			
l’éclairage	52		
8.1.2 Détermination du lieu de			
montage correct ou choix des			
caractéristiques	53		
8.1.3 Installation selon la planification			
54			
8.1.4 Mise en service selon la			
planification.....	55		
8.1.5 Exploitation adéquate.....	55		
8.2 Sécurité de la planification avec			
sensNORM.....	55		
8.3 Données pour le logiciel de			
planification RELUX	57		
8.4 Conseils et astuces au sujet du			
contrôle de l’éclairage par capteurs.	59		
8.4.1 Sources d’erreur en raison de la			

1 Préambule : Energy4Light

Dans le cadre de divers projets que l'Association Suisse pour l'Eclairage (SLG) a réalisés en coopération avec l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), il a été découvert que les installations d'éclairage en Suisse présentent encore un potentiel d'économie d'énergie considérable.

Il s'avère que plus de 50 % de l'énergie est utilisée inutilement car de la lumière est générée sans être nécessaire, car personne n'est présent ou l'éclairage naturel est suffisant.

Environ 13 % de l'énergie utilisée en Suisse sert à des fins d'éclairage. Dans le cadre de l'accord de Davos, la branche Suisse de l'éclairage s'est engagée à réduire de moitié la part d'énergie utilisée pour l'éclairage.

Cet objectif ambitieux ne pourra être atteint que si les installations d'éclairage industrielles sont automatisées par l'intégration de capteurs. Ainsi, il devrait être assuré que la lumière s'éteigne automatiquement lorsque personne n'est présent ou que la lumière soit ajustée si de la lumière naturelle est disponible.

Les professionnels ont souvent des réserves lorsqu'il s'agit d'utiliser des capteurs. Ce parce que dans le passé, les capteurs étaient régulièrement mal planifiés, ou n'étaient pas correctement paramétrés

après leur installation, causant ainsi des problèmes pour les utilisateurs. La SLG et l'OFEN souhaitent donc s'assurer, au moyen d'informations complètes, de formations, et de d'assistance, que les capteurs adaptés soient mis en place aux bons endroits et qu'ils soient paramétrés correctement. Ainsi, la confiance en la technologie devrait être renforcée, assurant l'acceptation par les utilisateurs.

2 Les capteurs dans l'éclairage

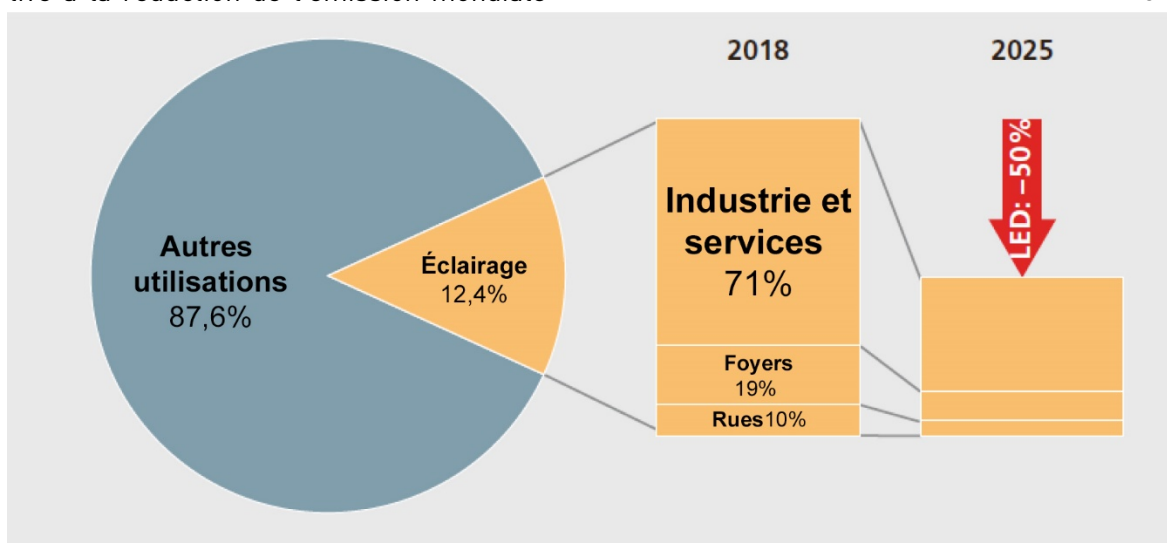
2.1 Contribution au rendement énergétique et au potentiel d'économie d'énergie

La lumière est de l'énergie. Une lumière allumée mais inutilisée représente un gaspillage d'énergie, peu importe l'efficacité de sa production. Les capteurs peuvent contribuer à économiser la lumière non utilisée dans les lieux les plus variés. Une bonne planification augmente en outre le confort et la sécurité.

Diminuer la consommation d'énergie à l'échelle du monde entier fait partie des plus grands défis du 21ème siècle. En Suisse, l'éclairage représente environ 13 % de la consommation d'électricité. Dans les bâtiments commerciaux, la part de coûts en électricité devant être utilisée pour l'éclairage s'élève souvent jusqu'à 55 %, parfois même plus. L'utilisation de capteurs dans l'éclairage représente une contribution active à la réduction de l'émission mondiale

de matières polluantes et aide ainsi à conserver les ressources de notre planète. De la lumière seulement quand elle est nécessaire, en quantité et en durée nécessaire. Les technologies de capteurs allument automatiquement la lumière lorsqu'une personne s'approche ou demeure dans un endroit équipé de capteurs de mouvement ou de présence. L'efficacité énergétique des solutions d'éclairage à capteurs est surtout due au fait que la lumière est automatiquement éteinte lorsque personne n'est présent. De meilleurs capteurs permettent de réduire la durée de postfonctionnement. Le deuxième effet est l'utilisation de la lumière naturelle. La lumière naturelle est « complétée » par la lumière artificielle jusqu'à ce que l'éclairage requis par les normes soit atteint - ceci est régulé par le détecteur de présence à régulation de lumière constante.

L'utilisation de technologies LED innovantes en combinaison avec la technologie



mation engendre un coût de 10 milliards de Francs.

de capteurs génère un potentiel d'économie d'énergie supplémentaire. L'utilisation de ces deux effets

dans une solution d'éclairage peut économiser jusqu'à 90 % d'électricité. Particulièrement dans la planification de l'éclairage de bâtiments de bureaux, d'hôtels, de bâtiments publics, de salles de classe ou de conférence, de cages d'escalier, de couloirs, de parkings, de WC et douches publiques, de locaux industriels, d'espaces extérieurs, et autres.

2.2 Lieux d'utilisation judicieux

L'utilisation de capteurs est judicieuse avant tout dans les lieux où les personnes n'ont pas particulièrement une raison d'économiser l'énergie. C'est le cas, par exemple, dans les bâtiments publics. Dans leur propre foyer, les personnes sont généralement soucieuses d'utiliser le moins d'électricité possible. Dans les lieux où les personnes ne doivent pas payer l'électricité consommée, elles profitent volontiers de ce « luxe » et laissent les lumières allumées. En outre, l'utilisation de capteurs dans et autour des habitations privées est également sensée, pour des raisons de sécurité et avant tout de confort.

L'allumage et l'extinction des lumières par le biais de capteurs se prête très bien à l'utilisation dans les pièces qui ne sont pas

utilisées en continu. Les pièces où les habitants demeurent en continu et qui sont équipées de fenêtres, d'autres fonctions que l'allumage et l'extinction de la lumière viennent s'ajouter. En font partie, par exemple, le daylighting et la fonction de régulation à lumière constante, c'est-à-dire l'utilisation de la lumière naturelle disponible et l'adaptation de la lumière artificielle en conséquence, afin que la pièce dispose toujours seulement de la lumière réellement nécessaire.

2.3 Acceptation par l'utilisateur

Un capteur fonctionne très bien lorsque l'utilisateur le remarque à peine ou pas du tout, et ne présente que des avantages lorsqu'il est installé et mis en service correctement. En outre, la plupart des modèles proposent l'option d'intégrer un actionnement habituel par un bouton, afin que le capteur, la lumière par capteur ou le système de gestion de l'éclairage puisse être contrôlé manuellement.

Certains fabricants proposent également des capteurs à monter sur le mur disposant déjà d'un bouton intégré, ce qui facilite particulièrement l'installation. Les capteurs sont de plus en plus petits et discrets, et dans le cas de l'éclairage à capteur, ils sont souvent intégrés dans la lampe de façon invisible. Ainsi, l'acceptation esthétique des capteurs augmente. Donc, les seuls obstacles à l'utilisation de capteur restants

sont le mauvais fonctionnement d'un capteur dans le lieu d'utilisation en question, ou un mauvais paramétrage.

Si un capteur équipé de la technologie adéquate est sélectionné, installé sur le lieu de montage correct, et mis en service avec les paramètres spécifiques à son utilisation, l'acceptation par l'utilisateur sera garantie.

3 Introduction des capteurs

3.1 Les tâches des capteurs dans l'éclairage

De la même façon que les personnes perçoivent l'environnement via leurs sens, qu'il s'agisse de la vue, de la présence d'une personne ou de la luminosité d'une pièce, les capteurs doivent également capturer ces informations au moyen de leur technologie et contrôler l'éclairage en conséquence.

Dans le domaine de l'éclairage, la tâche la plus importante des capteurs est d'allumer la lumière lorsqu'elle est nécessaire et de n'éclairer que lorsque cela est requis. C'est-à-dire, lorsque des personnes sont présentes et la lumière naturelle est insuffisante.

Outre les fonctions typiques de la détection de mouvement et de lumière, d'autres nouvelles valeurs de mesure pertinentes viennent s'ajouter. En font partie, entre autres, la température et l'humidité de l'air. Ainsi, les capteurs proposent une occasion de rendre les bâtiments intelligents pour notre usage et de permettre des économies d'énergie en fonction de l'utilisation, même en-dehors de l'éclairage.

3.2 Détecteurs de présence et de mouvement

Deux types de capteurs sont courants dans le domaine du contrôle de l'éclairage. Les détecteurs de présence et de mouvement

allument la lumière lorsqu'ils détectent une présence ou du mouvement.

3.2.1 Détecteur de mouvement

Le détecteur de mouvement sert à la fois dans les domaines d'utilisation intérieurs et extérieurs.

La tâche principale d'un détecteur de mouvement est de reconnaître le déplacement de personnes pour contrôler la lumière efficacement. La sensibilité de détection est optimisée pour les déplacements de la taille d'une personne comme plage de détection. En général, les détecteurs de mouvement sont conseillés dans les zones de passage ou dans les pièces où les personnes ne demeurent que peu de temps, par ex. dans les couloirs, les cages d'escalier, les garages, les salles de rangement, les caves, les WC, ou les entrées et les espaces autour des bâtiments.

Le détecteur de mouvement prend en compte l'éclairage disponible lorsqu'il s'active. Il ne s'active que si, en plus du mouvement détecté, l'éclairage est insuffisant. Il ne s'éteint qu'une fois que plus aucun mouvement n'est présent - indépendamment de la luminosité. Par conséquent, le détecteur de mouvement peut également fonctionner en parallèle. En fonction du fabricant, il existe également des détecteurs de mouvement pour lesquels la détection de lumière reste activée dans la durée, comme pour les

détecteurs de présence. Ainsi, l'extinction de la lumière en fonction de la luminosité, malgré la présence de mouvement, est possible.

3.2.2 Détecteur de présence

Le détecteur de présence sert à détecter la présence de personnes dans la pièce, même lors d'activités en position assise. Les détecteurs de présence sont des détecteurs de mouvement à haute résolution, capables de détecter même les plus petits mouvements. La sensibilité de détection est optimisée pour les petits mouvements en position assise, les valeurs cible de détection d'un détecteur de présence sont donc de l'ordre des mouvements des mains ou des avant-bras d'une personne. Ainsi, les mouvements des mains et des avant-bras typiques d'une personne assise à un bureau, tels que le déplacement d'une souris ou l'utilisation d'un clavier, peuvent être détectés avec suffisamment de précision. Une durée de postfonctionnement d'environ 5 minutes du capteur de présence assure que la lumière ne s'éteigne pas lorsqu'aucun mouvement n'est détecté mais quelqu'un est encore dans la pièce. Grâce à leur sensibilité plus élevée, les détecteurs de présence se prêtent donc spécialement aux bureaux, aux salles de classe et de conférence, ou aux salles de réunion.

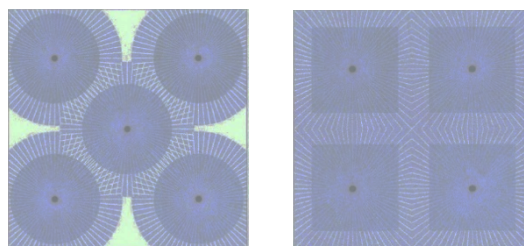
La détection de luminosité des détecteurs de présence est toujours active. Ainsi,

même si des personnes sont présentes, la lumière s'éteint si la lumière naturelle est suffisante.

Outre le contrôle de l'éclairage, les détecteurs de présence sont souvent utilisés pour le contrôle d'installations de chauffage et de ventilation. Avec une sortie de commutation supplémentaire, une temporisation et une durée de postfonctionnement réglables séparément, les informations sont transmises à la commande HVAC.

La zone contrôlée peut être agrandie par la combinaison de plusieurs capteurs (installation maître-esclave). Ainsi, le capteur maître détecte la lumière ambiante et les capteurs esclaves ne détectent que le mouvement.

Selon la construction du capteur, la zone de détection est délimitée en carré ou en cercle.



Graphique 2: Il existe des détecteurs de mouvement et de présence à zones de détection rondes et carrées

La zone de détection est indiquée dans un affichage à grille pour les capteurs qui ont été mesurés conformément à la norme CIE en vigueur de sensNORM. (voir section 8.2).

3.3 Éclairage à capteurs et éclairage intelligent en réseau

3.3.1 Éclairage à capteurs

L'éclairage à capteurs intègre des capteurs de mouvement et de luminosité, rendant l'éclairage automatique particulièrement rapide et simple à installer. Les lampes peuvent facilement être remplacées par un éclairage à capteurs, particulièrement dans le cas de rénovations, sans qu'un nouveau câblage ne soit nécessaire. Si la commutation individuelle d'un éclairage est suffisante pour son application, l'éclairage à capteurs est une bonne solution. En outre, il existe des fonctions confortables et intelligentes pour activer l'éclairage. Une fonction d'éclairage de base peut être activée par la lumière du capteur pendant toute la nuit ou simplement comme un avertissement préalable de l'extinction imminente pour des raisons de sécurité et de confort. Un éclairage de base pendant toute la nuit peut être judicieux dans les parkings couverts, par exemple, pour des raisons de sécurité afin que les usagers n'entrent pas dans un espace sombre.

- L'éclairage à capteurs et les capteurs peuvent contrôler plusieurs lumières en simultané. Avec ou sans câbles, il est par exemple possible de contrôler plusieurs éclairages dans l'escalier sur un seul niveau ou dans tout un couloir

- En plus de cela, il est également possible de créer une lumière mobile à l'aide de capteurs de manière à ce que les niveaux adjacents s'allument toujours dans une cage d'escalier.

3.3.2 Éclairage intelligent en réseau

Depuis que les lampes LED se sont imposées pour la plupart des applications, un contrôle qui utilise toutes les possibilités de la technologie d'éclairage devient encore plus important. Ainsi, selon l'utilisation, 30 à 80 % des heures de pleine charge peuvent être éliminées simplement grâce au contrôle. La détection précise de la présence de personnes, l'influence de la lumière naturelle et l'utilisation d'un ajustement optimisé en conséquence sont au cœur de ces économies. En outre, il est nécessaire que les groupes d'éclairage soient aussi petits que possible pour un contrôle efficace de l'éclairage. Cela améliore l'efficacité du système entier.

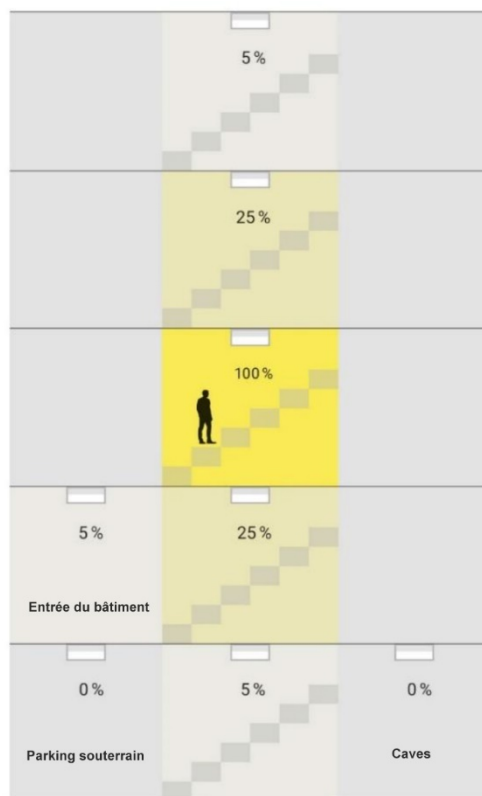
Les systèmes de gestion d'éclairage peuvent remplir toutes ces exigences. Toutefois, la planification, l'installation et la mise en service de telles solutions est complexe et coûteuse en raison de la structure généralement centralisée et des nombreuses possibilités d'aménagement.

L'éclairage intelligent en réseau suit une approche organique : Ce concept ras-

semble l'éclairage, les capteurs, et le système de gestion d'éclairage en une solution complète unique. Chaque lampe dispose d'un contrôle intelligent en fonction de la lumière naturelle, de la présence de l'arrivée de personnes, et de la logique, ainsi que d'une fonction d'éclairage d'urgence et de deux entrées pour les signaux de contrôle externes. Cela facilite nettement la planification et la mise en service, car cela permet à tout moment d'agrandir ou de réduire l'installation ou de changer les lampes individuelles. Les lampes peuvent être reliées, au choix, par un câble ou sans fil, et sont ainsi adaptées pour les nouveaux bâtiments et les rénovations. La fonction « swarm » est un élément essentiel de TRIVALITE : lumière entrante et sortante via des groupes de lampes en réseau, une lumière dynamique dépendant du mouvement qui utilise l'échange d'informations de présence et de lumière naturelle pour une gestion optimale de la lumière. Les groupes de lampes communicants sont combinés pour former une unité complète de gestion de l'éclairage. Le regroupement de douzaines de lampes permet de minutieusement définir leur comportement.

Les programmes de contrôle préinstallés avec des scénarios d'éclairage prédéfinis permettent des fonctions de groupe individuelles pour tous les domaines d'utilisa-

tion, qui peuvent également être personnalisées. Ainsi, lorsque quelqu'un entre dans un cage d'escalier, non seulement l'étage en question sera illuminé, mais les étages du dessus et du dessous le seront aussi. Cela s'applique également aux parkings souterrains et autres zones de circulation ou bureaux, où l'éclairage se déplace avec la personne de son départ jusqu'à sa destination. Les lampes avoisinantes s'éclairent avec moins d'intensité et contribuent ainsi à une meilleure orientation dans l'espace et à un sentiment de sécurité accru.



Graphique 3: L'éclairage en réseau contrôle la lumière en fonction du besoin, et permet d'obtenir une solution d'éclairage optimisée en termes d'énergie et d'utilisation.

À cet égard, les lampes diffèrent ici de

l'éclairage à capteurs à allumage et extinction simple dépendant de la lumière naturelle, qui ne disposent pas de l'intelligence en réseau.

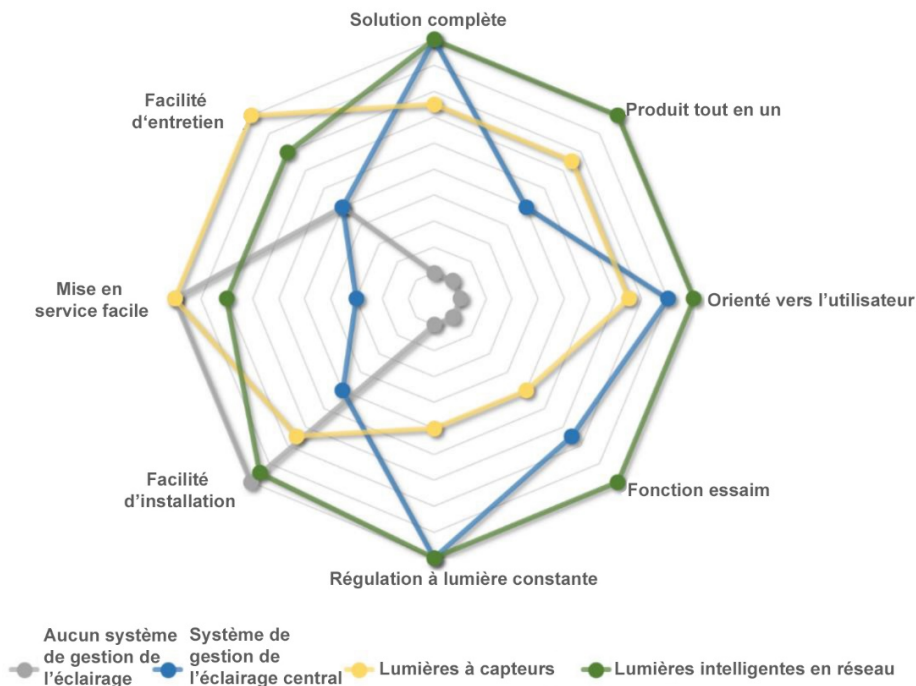
L'éclairage intelligent permet à l'utilisateur de réaliser des économies à long terme grâce aux coûts en énergie réduits. Comme les solutions d'éclairage intelligent sont des solutions tout en un, les coûts de planification, de montage, et de mise en service sont réduits.

La réduction de la durée d'allumage d'une lampe par le contrôle est représentée dans l'exemple suivant (Graphique 4) : Dans une cage d'escalier d'un immeuble commercial bernois, des heures de pleine charge ont été enregistrées avant et après la conversion en éclairage intelligent en réseau. Il

s'avère que la durée d'éclairage a pu être réduite de près de 60 %, et le confort a été amélioré grâce à la lumière accompagnant les personnes, ce qui a également assuré une meilleure sécurité. Cela montre de façon impressionnante ce que peut apporter un contrôle de l'éclairage moderne.



Graphique 4: Réduction de la durée d'éclairage par un contrôle de l'éclairage moderne



Graphique 5: Les avantages et inconvénients des différents types de contrôle de l'éclairage peuvent être évalués en comparaison

3.4 Définition des différents termes

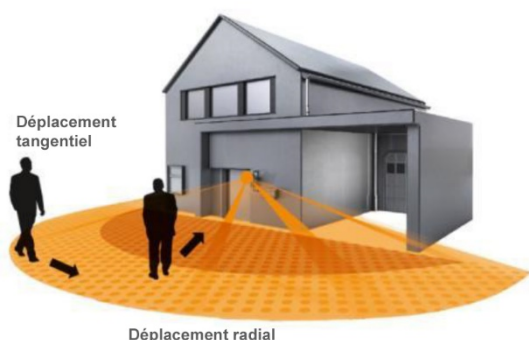
3.4.1 Zone de détection

La zone de détection d'un capteur décrit la zone dans laquelle le mouvement peut être détecté.

3.4.1.1 Capteurs PIR

Il est particulièrement important, avec les capteurs passifs à rayons infra-rouges (PIR), de différencier la détection tangentielle et la détection radiale.

On parle de **détection tangentielle** lorsqu'une personne se déplace de façon parallèle ou perpendiculaire au capteur et de **détection radiale** lorsqu'une personne se déplace directement sur le capteur, donc sur une ligne allant du bord de la zone de détection au capteur.



Graphique 6: Visualisation de la détection tangentielle et radiale d'un capteur PIR

Avec le mouvement tangentiel, les capteurs PIR permettent d'atteindre de grandes distances, mais avec le mouvement radial, les distances sont considérablement réduites.

Avec les capteurs PIR, on peut donc affirmer que la plage radiale représente la plage de détection sécurisée et la plage tangentielle maximales. Les capteurs de précision disposent également d'une **zone de présence**. La zone de présence est une partie de la surface de détection dans laquelle la présence est détectée, à savoir les mouvements des bras ou des mains.

3.4.1.2 Capteurs haute fréquence ou à ultrasons

Dans le cas des capteurs haute fréquence ou à ultrasons, la détection radiale et tangentielle sont en règle générale quasiment identiques.

3.4.1.3 Sensibilité

La sensibilité des capteurs diffère en fonction de la technologie et du modèle, et peut être modifiée manuellement. La sensibilité des capteurs peut être augmentée ou diminuée par des modifications électroniques du seuil de fréquence.

3.4.2 Lumière naturelle, lumière artificielle, et lumière mixte

Le concept de lumière peut être divisé en trois différents types en relation avec les capteurs. La lumière naturelle, générée par le soleil, également appelée lumière du jour. La lumière naturelle est typiquement présente dans les bâtiments par le biais de fenêtres, de lucarnes, ou de portes. Tous

les types de lumière produits à l'aide d'électricité sont de la lumière artificielle. En fait typiquement partie la lumière générée par les lampes.

Ce que l'on appelle la lumière mixte est la combinaison de lumière naturelle et de lumière artificielle. De telles situations existent dans les pièces illuminées avec de la lumière naturelle par ex par des fenêtres, où l'éclairage est également allumé.

Les détecteurs de mouvement et de présence disposent, en règle générale, d'un capteur de lumière intégré qui permet de prendre en compte la mesure de la luminosité directement dans le circuit.

3.4.3 Paramètres et fonctions

3.4.3.1 Niveau de luminosité

Le niveau de luminosité mesuré en Lux indique à quelle intensité lumineuse l'éclairage est allumé ou éteint. Ainsi, l'éclairage artificiel n'est mis en marche que lorsque la lumière naturelle est insuffisante.

3.4.3.2 Durée de postfonctionnement

Après le dernier mouvement détecté, la lumière reste allumée pendant la durée de postfonctionnement paramétrée et s'éteint ensuite automatiquement. La durée peut être paramétrée individuellement. Plus la durée de postfonctionnement est courte, plus l'économie en énergie est élevée. Cependant, les durées de postfonctionnement

courtes ne sont pas adaptées à toutes les utilisations en raison du risque d'extinction accidentelle.

3.4.3.3 Éclairage de base ou éclairage d'orientation

L'éclairage de base ou d'orientation permet d'obtenir une luminosité ambiante permanente ou temporaire de l'éclairage contrôlé, paramétrable de façon variable. Si du mouvement est détecté, la lumière s'allume à pleine puissance. Cela aide à l'orientation de loin et crée un sentiment de sécurité car les personnes n'entrent pas dans un lieu entièrement sombre. Un éclairage régulé est une condition nécessaire.

3.4.3.4 Régulation à lumière constante

Le capteur mesure la lumière naturelle disponible et augmente ou diminue l'éclairage artificiel. Le capteur régule au cours de la journée la valeur de lumière pré-réglée au moyen de cet ajout de lumière artificielle. En conséquence, seule la quantité de lumière artificielle nécessaire est produite.

3.4.3.5 Soft-Up et Soft-Down

Augmente la luminosité lentement et élégamment jusqu'à la pleine puissance puis la baisse de nouveau. Un éclairage régulé est une condition nécessaire.

3.4.3.6 Éclairage permanent

Différents capteurs et éclairages à capteurs proposent l'option, particulièrement en extérieur, d'allumer un éclairage permanent pendant plusieurs heures lorsque la nuit commence à tomber. Ensuite, l'éclairage passe de nouveau en mode contrôlé par la détection de mouvement.

3.4.3.7 Essai de fonctionnement

L'essai de fonctionnement d'un capteur offre la possibilité de procéder à un rapide test de portée indépendant de la luminosité. Cela permet de tester si les zones pertinentes pour l'utilisation sont bien détectées.

3.4.3.8 Fonctionnement entièrement automatique ou semi-automatique

En mode entièrement automatique, le capteur s'allume et s'éteint complètement automatiquement. Le fonctionnement semi-automatique propose l'option d'allumer le capteur manuellement avec un bouton et de le laisser s'éteindre automatiquement (« Auto-Off »). Ainsi, le fonctionnement semi-automatique est encore plus économe en énergie car la lumière n'est allumée que lorsque cela est souhaité.

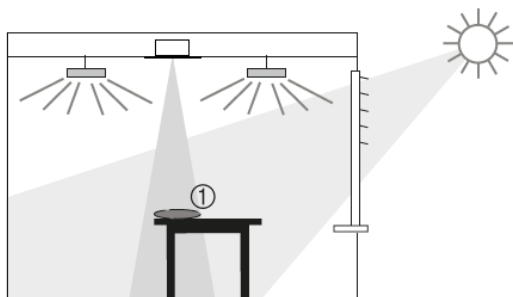
3.4.3.9 Extinction écologique

La fonction d'extinction écologique permet d'éteindre l'éclairage manuellement au moyen d'un bouton intégré ou externe (avant la fin de la durée de postfonctionnement).

4 Mesure de la lumière

Chaque capteur dispose ordinairement d'un capteur de lumière qui permet directement de mesurer la luminosité. Ce n'est donc pas l'intensité de la lumière dans la zone de travail qui est mesurée, mais la lumière réfléchie qui parvient à la position du capteur.

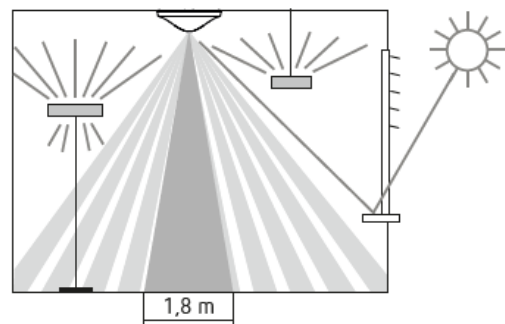
Ainsi, avec un rendement lumineux identique dans différentes conditions environnementales, différentes valeurs peuvent être mesurées lors de la mesure de la lumière par le capteur. Ces conditions peuvent varier en fonction du rayonnement direct du soleil, des réflexions générales, ainsi qu'en fonction du matériau et de la couleur du mobilier dans la pièce. En raison de ces influences sur la mesure de la lumière, chaque pièce produit un effet individuel sur le fonctionnement d'allumage d'un capteur.



Graphique 7: La mesure de la lumière est effectuée par le capteur au plafond. En raison des réflexions de la lumière naturelle et artificielle, les conditions lumineuses au capteur ne sont pas les mêmes qu'au sol ou sur une table.

4.1 Mesure de luminosité

Le capteur de présence mesure la lumière naturelle ou mixte réfléchie sous le capteur. Le lieu de montage est la référence du niveau de luminosité. Un rayonnement lumineux direct, par exemple causé par une lampe, influe sur la mesure de la lumière. Le placement de lampes de sol ou de lampes suspendues directement sous le capteur doit être évité. Si la mesure de luminosité est désactivée, le capteur n'allume la lumière qu'en fonction de la présence de personnes.



Graphique 8: Le facteur de correction de la pièce établit le rapport entre la lumière au plafond et la lumière sur la zone de travail.

4.2 Ajustement de la mesure de luminosité

La valeur de mesure de luminosité au plafond est influencée par le lieu de montage, la lumière incidente, et les propriétés réfléchives de la pièce et des meubles. Avec le facteur de correction de la pièce, la valeur

$$\text{Facteur de correction dans l'espace} = \frac{\text{Clarté au plafond}}{\text{Clarté sur la surface utile}}$$

de mesure de luminosité du canal lumineux est adaptée aux conditions de la pièce et peut ainsi être ajustée à la valeur en Lux mesurée sur la surface sous le capteur de présence.

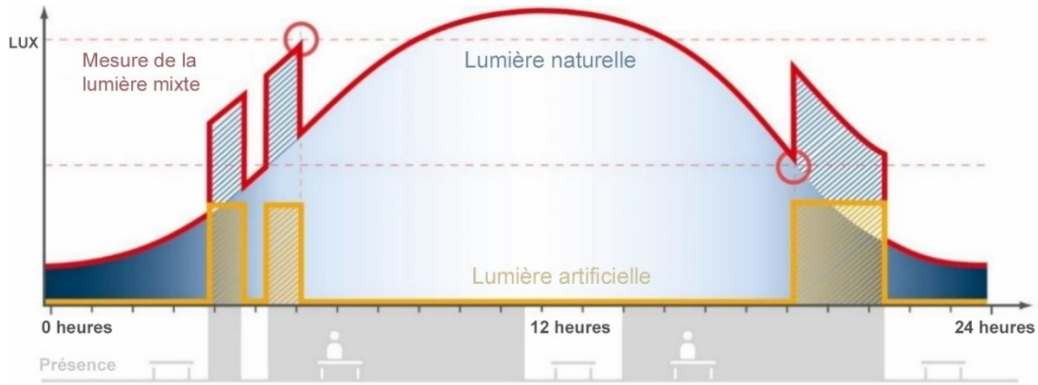
4.3 La mesure de la lumière en détail

Le contrôle de l'éclairage à capteur de présence est basé d'une part sur les mouvements enregistrés, et d'autre part sur la mesure de la lumière. Les détecteurs de présence mesurent en permanence la luminosité d'une pièce. Cette mesure constante de la lumière permet au capteur de présence de non seulement allumer la lumière artificielle si la lumière naturelle est insuffisante, mais également de l'éteindre. Cela semble certes simple, mais en réalité, le capteur de présence doit également déterminer si la lumière naturelle sera encore suffisante une fois la lumière artificielle éteinte.

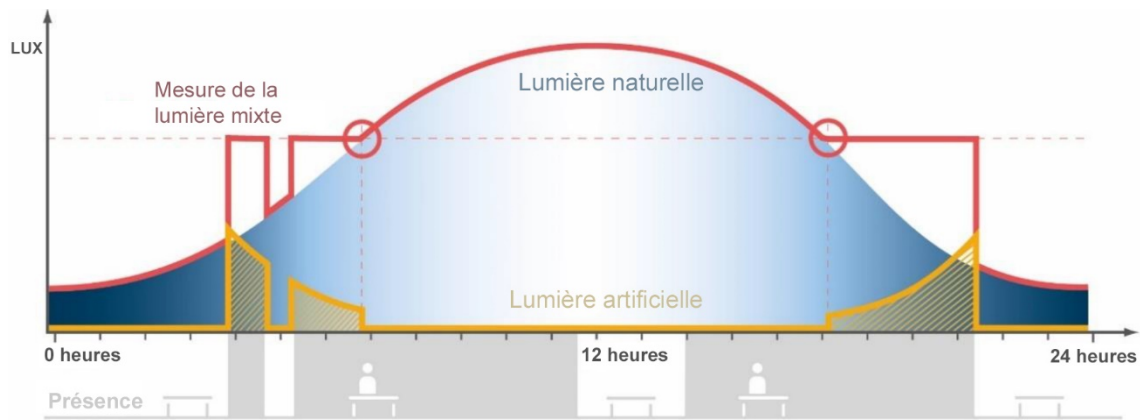
Pendant l'opération de commutation, le capteur de présence mesure la lumière mixte, la somme de la lumière naturelle et artificielle. Pour pouvoir éteindre la lumière artificielle au bon moment lorsque la lumière naturelle croît, le capteur de présence doit connaître la quantité de lumière artificielle. Il apprend cette valeur de façon autonome par l'analyse continue de tous les procédés de commutation de l'éclairage

dans la pièce. (Graphique 9) Ainsi, l'intensité de la lumière naturelle peut être calculée sur la base de la luminosité totale mesurée à tout moment. L'avantage de la mesure de lumière mixte est qu'elle fonctionne avec toutes les sources de lumière - qu'il s'agisse de lampes à LED, halogènes, ou de lampes fluorescentes. La mesure de lumière mixte est la base de la régulation de lumière en continu.

Dans le cas de la régulation de lumière en continu, le détecteur de présence doit continuellement mesurer la somme de la lumière naturelle et artificielle. Il détermine valeur de luminosité souhaitée à partir de ces deux sources. La lumière naturelle est moins intense un matin nuageux ou pluvieux. Le capteur de présence augmente alors la part de lumière artificielle pour atteindre la luminosité souhaitée dans la pièce (Graphique 10). Si le soleil se découvre au cours de la matinée, augmentant la quantité de lumière arrivant par la fenêtre, le détecteur de présence réduit la part de lumière artificielle. La luminosité dans la pièce reste donc toujours constante, indépendamment de la lumière naturelle entrante. Champs d'application typiques : Bâtiments de production dans lesquels une certaine luminosité est prescrite par la loi, ou bureaux et salles de classe.



Graphique 9: Mesure de la lumière mixte : Le capteur de présence mesure la somme de lumière artificielle et naturelle et allume ou éteint la lumière artificielle en correspondance.



Graphique 10: Régulation à lumière constante : Seule la quantité nécessaire de lumière artificielle est allumée et adaptée en continu.

5 Fonctionnement et limites des technologies de capteurs



5.1 Aperçu des technologies de capteurs

Il existe différentes technologies utilisées pour la détection de mouvement et de présence. Chaque technologie apporte son lot de différentes méthodes de détection et particularités, c'est pourquoi elles sont différemment adaptées pour des lieux d'application donnés.

5.2 Passif à infrarouge (PIR)

Les capteurs infrarouges réagissent au rayonnement de chaleur des êtres vivants en mouvement, allument l'éclairage, et l'éteignent de nouveau après un temps donné.

Graphique 11: Schéma de détection d'un capteur passif à infrarouge (PIR)

L'élément central de la technologie de capteur par infrarouge est ce que l'on appelle un pyrodécteur. Cette pièce électronique réagit lorsque le rayonnement de chaleur infrarouge dans sa zone de détection change brusquement. Étant donné que toute personne émet des rayons infrarouges en raison de sa chaleur corporelle, l'image thermique détectée par le capteur change à l'arrivée d'une personne, et le capteur détecte cela.

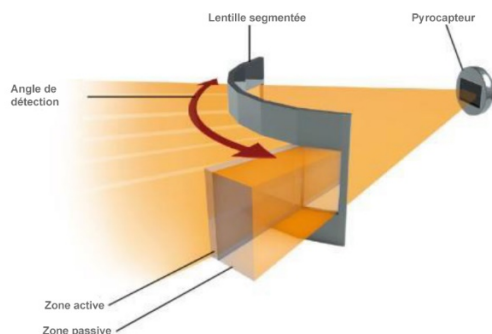
Tableau 1: Vue d'ensemble des technologies de capteurs

Passif à infrarouge (PIR)	Réagit aux sources de chaleur en mouvement, particulièrement aux personnes.
Haute fréquence (HF)	Réagit aux objets en mouvement. Voit même à travers les murs fins et le verre. Le capteur TruePresence® est lui aussi un capteur HF. Il détecte toutefois la présence de personnes en détectant les fonctions vitales (en particulier la respiration), et non seulement les grands mouvements.
Ultrasons (US)	Réagit aux objets en mouvement. Remplit toute la pièce et détecte également ce qui se trouve derrière les objets

Capteurs à image

Détecte seulement les personnes de façon optique, et peut par exemple également les compter.

Une détection fiable de présence dépend largement du nombre, de la nature, et de l'agencement des éléments de lentille. Pour pouvoir réagir au mouvement dans la zone de détection, les systèmes de capteurs sont équipés d'une lentille segmentée. Elle divise le champ de vision du pyrodétecteur en zone actives (visibles par le capteur) et passives (invisibles par le capteur). Si une personne se déplace d'une zone active dans une zone passive, le rayonnement PIR détecté par le capteur change et ce dernier émet un signal.



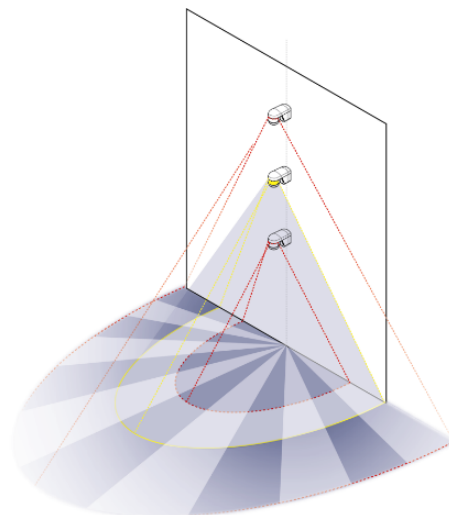
Graphique 12: Représentation schématique de la détection par un capteur infrarouge

Comme le capteur divise la zone de détection en différents secteurs, le positionnement et la direction du capteur joue un rôle important. À cet effet, le capteur de mouvement devrait être fixé de façon à ce qu'un nombre maximal de zones soit couvert de façon adaptée aux mouvements typiques lors de l'utilisation correspondante, afin

d'atteindre une fonctionnalité optimale. Le mouvement à détecter devrait donc être effectuée de façon tangentielle par rapport au capteur.

Dans le cas d'un déplacement radial par rapport au capteur, les zones de détection sont croisées tard, ce qui diminue nettement la portée. En outre, la hauteur de montage joue elle aussi un rôle : plus le détecteur de mouvement est haut, plus la zone de détection sera grande.

Étant donné que les zones actives et passives du capteur deviennent plus grandes à une plus grande hauteur et distance, la sensibilité est toutefois diminuée.



Graphique 13: À plus grande hauteur, la zone de détection est plus grande et la sensibilité est plus faible

Pour les zones de détection particulièrement grandes, plusieurs pyrocapteurs sont agencés dans le capteur à un angle spécial afin que leurs zones de détection s'ajoutent (Graphique 14).



Graphique 14: Aperçu d'un capteur PIR : on peut voir quatre pyrocapteurs et la structure typique des lentilles

Le fonctionnement des capteurs PIR peut être entravé par les températures élevées. Lorsque la température de surface de la personne et la température ambiante sont très similaires, la capacité de détection du capteur baisse car la différence de température est plus faible.

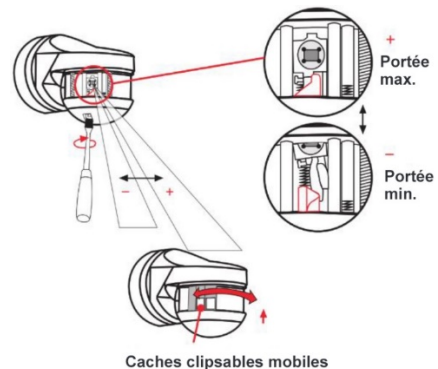
Par des températures très basses, les capteurs à infrarouge peuvent atteindre des portées supérieures de quelques mètres à la zone de détection annoncée. Les détecteurs de mouvement modernes pour l'extérieur masquent en grande partie ces effets par leur compensation de la température.

Les caractéristiques suivantes du capteur PIR ont pour conséquence que ces derniers sont très souvent utilisés autant en extérieur qu'en intérieur :

- Détection de la plus haute fiabilité dans la zone de détection annoncée.
- Le capteur PIR ne détecte pas à travers les murs, le verre, et d'autres

matériaux. Cela exclut l'allumage erroné dû à des mouvements en-dehors de la pièce.

- La zone de détection peut être réduite avec fiabilité par la modification de la direction et le recouvrement des pièces optiques.



Graphique 15: Paramétrage de la zone de détection par une vis de réglage et des clips de recouvrement.

5.3 Haute fréquence (HF)

Les capteurs à haute fréquence détectent le mouvement indépendamment de la température corporelle et de la direction du mouvement. Ils peuvent être intégrés dans l'éclairage de façon à être invisibles de l'extérieur, ce qui permet un aspect attrayant spécialement en intérieur. Contrairement aux détecteurs à infrarouge passifs, la technologie de capteurs à haute fréquence fonctionne de façon active : Les capteurs envoient des signaux de fréquence entre 5 à 60 GHz qui peuvent traverser les murs en verre et en bois et les constructions légères.

La puissance émise par les capteurs HF représente, avec <math><1\text{mW}</math>, environ un millième de ce qu'émet un téléphone mobile, ce qui assure que le rayonnement est sans danger pour les personnes.

Les signaux sont renvoyés au capteur sous forme d'écho, selon le principe du radar Doppler.



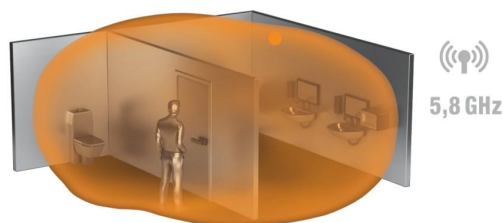
Graphique 16: Un capteur HF optimisé pour la détection en mouvement

Si cet écho change suite à un mouvement dans la zone de détection, le capteur détecte le changement et allume la lumière. Les capteurs HF conviennent par les propriétés suivantes :

- La haute fréquence offre la possibilité de couvrir des zones d'application complexes sans angle mort.
- Les sources de chaleur ne peuvent pas entraîner un allumage non désiré.
- Les capteurs à haute fréquence peuvent être posés de façon invisible derrière des matériaux fins. Ce point offre des possibilités optimales en matière d'esthétique lors de l'utilisation de capteurs.

- Utilisés dans les couloirs, contrairement aux capteurs PIR, il n'y a aucune différence entre la portée radiale et tangentielle. Les capteurs HF sont également idéalement adaptés à un usage dans les WC : étant donné qu'ils détectent à travers les murs de séparation, il n'est pas nécessaire de placer un capteur dans chaque cabine.

Outre les capteurs HF communs, le marché propose également des capteurs à haute fréquence spécialement conçus pour les milieux extérieurs. Ceux-ci ne détectent pas, par exemple, les petits animaux ou le mouvement des branches, afin d'éviter leur allumage erroné suite à de petits mouvements. Ainsi, les capteurs HF peuvent également être intégrés à l'éclairage extérieur.



Graphique 17: La haute fréquence détecte même à travers les murs fins

La technologie des hautes fréquences apporte les caractéristiques suivantes :

- Si les capteurs à haute fréquence sont utilisés dans des zones de montage avec de nombreux matériaux métalliques, comme par exemple dans les cabines de bateau, les signaux peuvent être fortement réfléchis. Cela

peut compliquer la planification.

- La haute fréquence pénètre également à travers les murs, et peut allumer la lumière sans que cela ne soit désiré
- Comparés aux capteurs PIR, ces capteurs HF ont une sensibilité un peu plus faible.
- La délimitation de la zone de détection est difficile

5.4 TruePresence®

Chacun peut se remémorer une situation où une lumière contrôlée par un capteur s'est éteinte de façon non voulue malgré un minimum de mouvement. La première réaction est généralement d'agiter les bras pour que le capteur détecte à nouveau du mouvement.



Graphique 18: Le vrai détecteur de présence - True Presence® de Steinell

Les détecteurs de présence courants ne sont en réalité « que » des détecteurs de mouvement à haute résolution. La présence signifie, en réalité, qu'une personne est présente, même si elle ne se déplace pas de façon visible. True Presence® est le dernier développement technologique des détecteurs de présence et se distingue par la première réelle technologie de détection de

présence.

Il est basé sur la technologie HF et dispose d'un logiciel spécial pour la détection des plus petits mouvements. Ainsi, il détecte avec fiabilité la présence d'une personne, que cette dernière soit en mouvement, debout, assise, en pleine lecture, au repos, ou endormie. Il détecte fiablement si des personnes se trouvent dans la pièce ou non. Ainsi, une détection sûre de la présence est possible. Avec ces informations, il est possible d'allumer et de contrôler les lumières et d'autres équipements de bâtiment sans postfonctionnement tout en évitant des coûts d'électricité superflus.

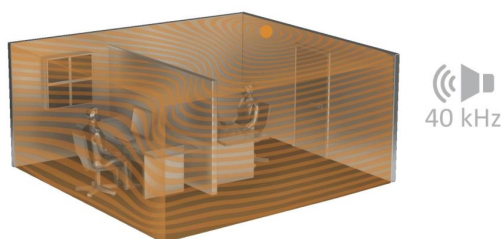
La présence est reconnue grâce à la détection des micro-mouvements des fonctions vitales d'une personne (particulièrement au modèle de respiration en 3D). Les mouvements de la cage thoracique et des épaules suffisent à eux seuls pour une détection fiable, car le logiciel est en mesure de détecter les signes typiques de la respiration. En plus de cela, la distance entre la personne et le capteur ainsi que la direction de son mouvement peuvent être déterminés.

Sa connaissance de la présence ou non de personnes offre en outre de nombreuses autres applications très utiles pour la gestion des bâtiments. Bien que la technologie soit déjà prête à la commercialisation, toutes ses possibilités d'utilisation n'ont

pas encore été découvertes. Si True Presence® est combiné avec la détection de la température, de l'humidité et de la qualité de l'air, des composés organiques volatils et de la luminosité, les capteurs deviennent de véritables organes sensoriels du bâtiment et fournissent les informations nécessaires pour un réel « bâtiment intelligent ».

5.5 Ultrasons (US)

Les capteurs à ultrasons sont le standard de la détection de présence aux États-Unis, mais ils sont également de plus en plus utilisés dans d'autres pays. Les ondes ultrasonores (32-40 kHz) sont activement envoyées par le capteur et se dispersent dans la pièce. Elles se propagent dans la pièce jusqu'aux derniers recoins et enveloppent les objets qui se trouvent dans la pièce. Le capteur détecte un déplacement dans la pièce même si aucun contact visuel avec une personne n'est établi. Le signal est évalué selon le principe Doppler, tout comme avec la technologie à haute fréquence.



Graphique 19: Les ultrasons remplissent toute la pièce et détectent également ce qui se trouve der-

Le capteur émet des ultrasons qui sont réfléchis lorsqu'ils rencontrent une surface. Si une surface telle qu'un mur ou un meuble

ne se déplace pas, le signal qui retourne au capteur reste inchangé. Il change toutefois s'il y a du mouvement dans la pièce.



Graphique 20: Capteurs avec des ouvertures pour l'émission de signaux ultrasoniques

Contrairement à la technologie haute fréquence, les ultrasons ne peuvent pas traverser les objets et sont ainsi hautement sensibles. C'est pour cela que les capteurs à ultrasons sont particulièrement recommandés pour les bureaux spacieux où les personnes sont assises. Les ondes ultrasoniques émises par le capteur sont capables d'entièrement entourer les objets. Ainsi, la pièce entière peut être couverte, indépendamment des murs de séparation et autres obstacles.

5.6 Capteurs à image

Les bâtiments de plus en plus interconnectés et automatisés apportent également de nouvelles technologies de capteurs qui offrent bien plus de possibilités que la simple détection de mouvement. Les capteurs à image en font partie. Une image infrarouge est prise et analysée numériquement par le capteur.



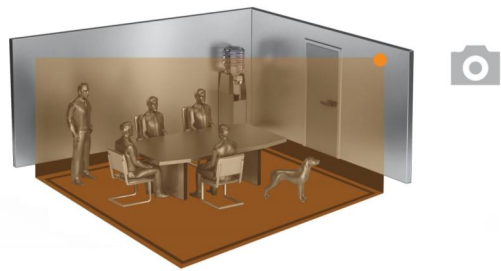
Graphique 21: Un capteur à image détecte l'image infrarouge de la pièce et l'analyse.

Le capteur à image ne permet pas seulement de détecter la présence de personnes, mais offre également la possibilité de les compter. Le détecteur de personnes est basé sur une technologie innovante dotée d'un système optique hautement sensible avec un réseau neuronal qui détecte fidèlement les silhouettes humaines. Les images ne sont jamais sauvegardées en interne, seule la quantité de personnes présentes est communiquée, jamais leur identité. Il est ainsi possible de détecter le nombre de personnes qui se situent dans le champ de vision du capteur dans les zones définies.

En plus de cela, il peut être équipé de capteurs de température et l'humidité de l'air, et ouvre ainsi de toutes nouvelles possibilités pour l'automatisation de bâtiments. L'éclairage, le chauffage et le climat peuvent en outre être contrôlés au besoin dans les pièces où des personnes sont présentes.

La synergie de la technologie du bâtiment, mais également l'amélioration de l'organisation et l'optimisation des procédés, nécessitent les informations adéquates.

Il est ainsi possible d'économiser de l'énergie, d'optimiser les coûts, de créer une bonne atmosphère, de préserver la santé, de favoriser la motivation, d'améliorer les opérations, d'augmenter la satisfaction, d'analyser les évolutions défavorables, d'économiser les ressources, et bien plus encore.



Graphique 22: Les capteurs à image offrent la possibilité de compter les personnes.

5.7 Combinaisons de technologies de capteurs

Outre les technologies de capteurs individuelles, il existe également des capteurs utilisant plusieurs technologies en parallèle.

La combinaison de la technologie PIR et des ultrasons, par exemple, est connue. Le capteur PIR est utilisé pour allumer la lumière lorsque quelqu'un entre dans la pièce, et le capteur à ultrasons sert à détecter la présence.

La combinaison de plusieurs technologies

offre l'avantage d'utiliser les avantages des deux technologies pour une situation de détection optimale, et d'ainsi compenser les faiblesses des technologies individuelles dans le domaine d'utilisation actuel.

5.8 Avantages et inconvénients des technologies des capteurs

Il n'est pas raisonnable d'attribuer des avantages et inconvénients univoques et absolus aux technologies. Ce qui est consi-

déré comme un inconvénient pour une utilisation d'une technologie peut se révéler être un avantage dans un cas d'utilisation différent.

Néanmoins, voici une rapide vue d'ensemble (Tableau 2) des principales caractéristiques des différentes technologies. Elle est organisée en fonction des usages prévus ainsi que des avantages et inconvénients possibles.

Tableau 2: Avantages et inconvénients des technologies des capteurs

Technologie	Avantages	Inconvénients
Passif à infra-rouge (PIR)	<p>Zone de détection exactement délimitée</p> <p>Adapté à la fois aux utilisations en extérieur et en intérieur</p> <p>Approprié pour le montage en hauteur</p>	<p>La sensibilité dépend de la température</p> <p>Différence entre la détection radiale et tangentielle</p> <p>Contact visuel direct nécessaire</p>
Haute fréquence (HF)	<p>Détecte le mouvement à travers les murs/matériaux fins</p> <p>Détecte également les petits mouvements</p> <p>Peut être installé de façon invisible derrière des matériaux fins (par ex. les caches des lampes)</p>	<p>Détecte le mouvement à travers les murs/matériaux fins</p> <p>Seuls les capteurs HF spécialisés sont adaptés à l'utilisation en extérieur</p> <p>Seuls les capteurs HF spécialisés sont adaptés au montage en hauteur</p> <p>Réflexion du signal dans les pièces contenant de nombreux objets métalliques</p> <p>La délimitation de la zone de détection n'est que partiellement possible</p>
Ultrasons (US)	<p>Détection derrière les objets</p> <p>Ne détecte pas le mouvement à travers les matériaux fins</p>	<p>N'est pas adapté à l'utilisation en extérieur</p> <p>Ne détecte pas le mouvement à travers les matériaux fins</p> <p>N'est pas adapté au montage en hauteur</p>
Capteurs à image	<p>Détecte seulement le mouvement des personnes</p> <p>Zone de détection bien délimitée</p> <p>Nouvelles données de capteur (par ex. le comptage des personnes)</p>	<p>Contact visuel direct nécessaire</p> <p>Taille du capteur</p> <p>Consommation élevée en mode veille</p>

6 Choix du capteur

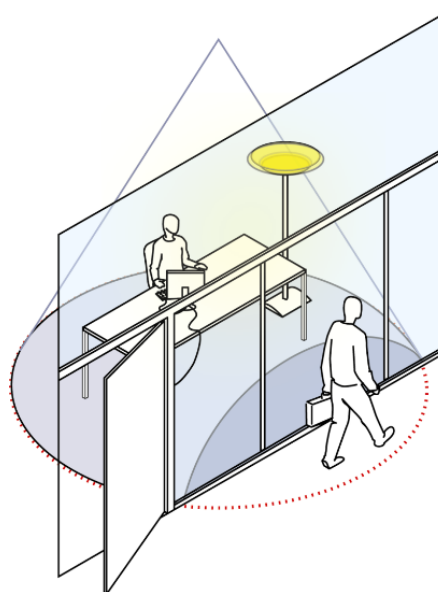
6.1 Domaine d'utilisation

Tous les capteurs ne sont pas adaptés à tous les domaines d'utilisation. De manière générale, l'utilisation d'un détecteur de mouvement est recommandée en extérieur (entrées, parkings, abris d'auto, l'extérieur des bâtiments) pour la détection d'objets en mouvement ou dans les lieux de passage en intérieur (garages, couloirs, entrepôts) où aucune lumière naturelle n'est disponible. La catégorie des détecteurs de présence est adaptée à l'utilisation dans les pièces occupées de façon durable, comme les salles de classe, les bureaux, ou les salles de conférence.

Essentiellement, la technologie PIR peut être utilisée à la fois en intérieur et en extérieur. Les technologies infrarouge et à haute fréquence sont, en contrepartie, seulement recommandées pour un usage en intérieur. Seuls les capteurs haute fréquence spécialisés sont adaptés à l'utilisation en extérieur. C'est parce que la technologie HF détecte également les

mouvements non-humains indépendamment de la chaleur, le capteur est donc activé à chaque mouvement qu'il détecte.

Même pour l'utilisation en intérieur, il existe différentes conditions spatiales pour lesquelles la technologie est plus adaptée que d'autres.



Graphique 23: Le capteur PIR ne détecte pas le mouvement à travers les murs en verre. Ainsi, il est très adapté pour les bureaux à vitrage.

Un capteur PIR est toujours recommandé lorsque les mouvements à détecter dans la pièce sont directement visibles. Il en va de même pour la technologie PIR lorsque la zone de détection doit être délimitée de fa-



çon exacte, par exemple à un groupe de bureaux dans un bureau ouvert. Si la pièce est divisée, par exemple par des murs à mi-hauteur, et la vue sur la zone de détection de mouvement n'est pas dégagée, les détecteurs à ultrasons et à haute fréquence sont un bon choix. Lorsque la détection doit être faite à travers des murs fins non-métalliques, l'utilisation de capteurs à haute fréquence est recommandée. Les capteurs à ultrasons sont un bon choix en présence d'obstacles. Les capteurs à haute fréquence offrent la possibilité d'être installés derrière les plafonds suspendus, que ce soit pour des raisons esthétiques ou pour éviter le vandalisme.

Un capteur PIR est également à utiliser pour les hauteurs de montage de plus de 4 mètres plutôt qu'un capteur à haute fréquence ou à ultrasons. C'est parce que la puissance des signaux devrait être augmentée pour conserver un signal à la hauteur du mouvement. Cela augmenterait la fréquence d'allumages erronés, car le signal serait également plus puissant par exemple derrière des murs fins non métalliques. Pour les cas d'utilisation avec des plafonds très hauts, ce qui est typique dans les halls d'entrepôt et les halls industriels, il existe des capteurs spéciaux Highbay.



Graphique 24: Exemple d'un capteur pour des hauteurs de montage de jusqu'à 16 m à capteur de luminosité pour une mesure de luminosité optimale.

Les technologies HF et US présentent des avantages dans les couloirs ou les zones de passage. En raison des caractéristiques de la technologie PIR, la détection d'un mouvement radial dans un couloir par le détecteur n'est pas aussi bonne qu'avec un capteur HF. Inversement, la délimitation de la zone de détection à la pièce reste un avantage des capteurs PIR. Le Tableau 3 attribue les technologies de capteurs appropriées aux différents domaine d'utilisation.

Tableau 3: Domaines d'utilisation des différentes technologies

Utilisation	Passif à infra-rouge (PIR)	Haute fréquence (HF)	Ultrasons (US)	Capteurs à image
Corridors / couloirs	X	X	X	
Cages d'escalier	X	X		
WC	X	X		
Bureaux, écoles	X	X	X	X
Parkings souterrains, parkings	X	X		
Extérieur	X			
Entrepôts à hauts rayonnages	X			
Pièces annexes	X	X		

6.2 Zone de détection

La zone de détection d'un capteur décrit la zone dans laquelle les personnes peuvent être détectées. Selon la technologie et le système du capteur (pyrocapteurs, lentilles, antennes, intensité du signal), les zones de détection des capteurs sont, elles aussi différentes.

Pour les capteurs à ultrasons et haute fréquence, la zone de détection est uniquement déterminée par la puissance et la portée du signal et par la délimitation de la

pièce. Dans les cas des capteurs à caméra, c'est le champ de vision paramétré de la caméra qui est décisif. La zone de détection des capteurs PIR dépend fortement de la puissance de la source infrarouge et des conditions thermiques.

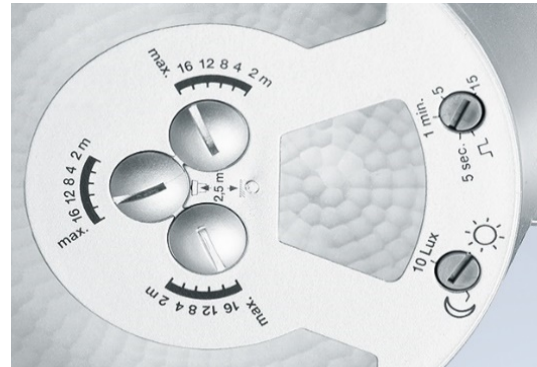
Les descriptions suivantes valent pour les zones de détection des différentes technologies :

- La zone de détection découle de l'angle de détection, de la largeur du

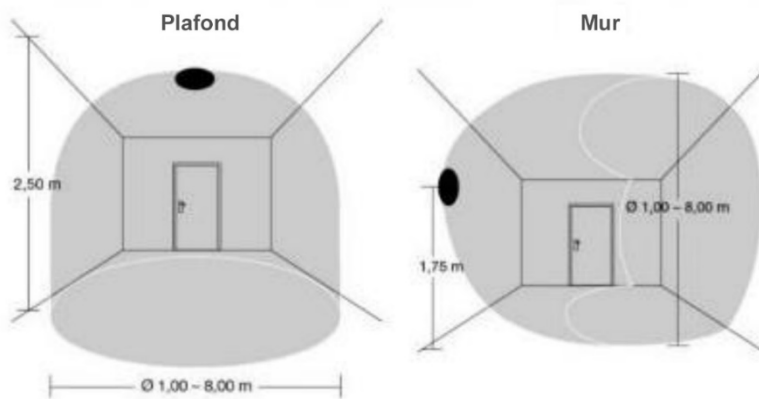
faisceau, et de la directivité du capteur. Avec les capteurs HF et US, ces paramètres peuvent être éventuellement modifiés en raison de réflexions.

- La zone de détection diffère en fonction du lieu de montage. Dans le cas du montage au plafond, la plupart des capteurs disposent d'un angle de détection de 360°. La portée est délimitée par le sol, ou éventuellement par le mobilier, et varie selon la hauteur de montage et la largeur du faisceau.
- Dans le cas du montage mural, l'angle de détection maximal possible est de 180°, éventuellement plus élevé en cas de montage sur un coin extérieur. Avec le montage mural, la portée est en outre influencée par l'angle auquel le capteur est réglé par rapport au mur et au sol.
- La hauteur de montage sur le mur influence sur la portée et la sensibilité :
 - la portée augmente avec la hauteur
 - la sensibilité diminue avec la hauteur

Il existe différents capteurs sur le marché qui peuvent être adaptés avec exactitude aux conditions sur place grâce à des lentilles tournantes ou pivotantes.

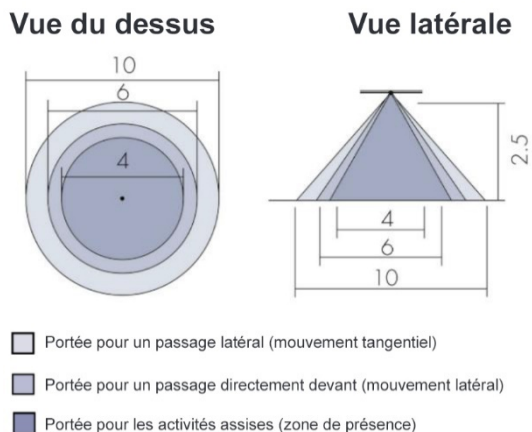


Graphique 26: Réglage de la portée des pyrocapteurs avec un potentiomètre.



et au plafond

ontage mural

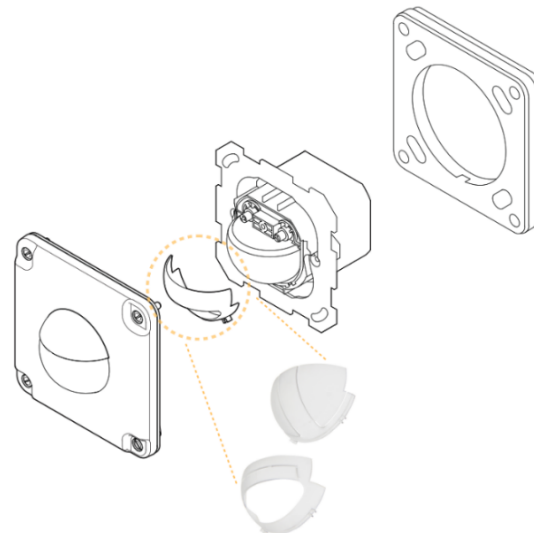


Graphique 27: Diagramme de détection d'un détecteur de présence à 360 °

La portée d'un capteur est représentée à l'aide d'un diagramme de détection. Ainsi, la portée utile pour l'utilisation est spécifiée pour une hauteur de montage donnée. Une distance de détection d'un mouvement de marche est donc indiquée, à laquelle une personne en mouvement est détectée. Pour les détecteurs de présence, c'est la distance à laquelle le capteur peut détecter les mouvements des bras à la hauteur d'une table qui est indiquée.

Certains capteurs présentent la possibilité de limiter manuellement la zone de détection à certaines zones. Ainsi, les zones de détection peuvent être spécialement adaptées à des délimitations au sol ou des secteurs de la pièce. Cela fonctionne particulièrement bien avec la technologie passive à infrarouge et est réalisé par le réglage mécanique des capteurs (Graphique 29) ou par des capuchons de couverture pouvant être découpés (Graphique 28). Il existe en outre des modèles de capteurs dont la portée et

donc la zone de détection peuvent être délimitées par logiciel. Il est ainsi possible d'éviter l'allumage non désiré.



Graphique 28: Les clips de couverture permettent de délimiter la zone de détection d'un capteur PIR.

6.3 Sensibilité

Les détecteurs de présence sont fondamentalement plus sensibles que les détecteurs de mouvement et sont conçus pour différentes tailles cible de la zone de détection. Selon la technologie, il existe différentes possibilités d'adaptation de la sensibilité des capteurs.

Pour toutes les technologies, la sensibilité de la puissance minimale du signal est modifiée par le réglage électronique. Le capteur ne sait toutefois pas différencier si cette limite a été dépassée par un petit mouvement rapproché ou un grand mouvement plus éloigné. Il peut donc arriver que les petits mouvements des bras à 2 mètres

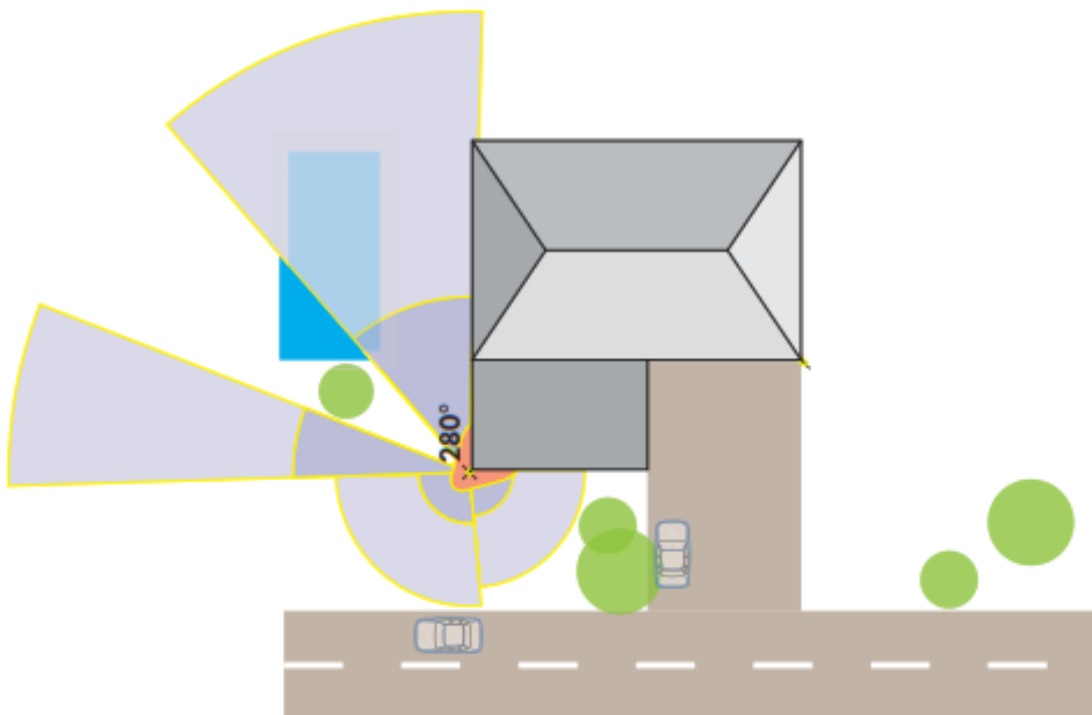
de distance ne soient plus reconnus, mais qu'une personne qui se rapproche à 10 mètres de distance le soit encore.

- Avec les capteurs haute fréquence, il est seulement possible de réduire la sensibilité du capteur par le paramétrage électrique de la portée.
- Avec l'éclairage à capteurs, il est également possible d'utiliser une plaque pour recouvrir la zone de détection si le capteur HF détecte à travers un mur sans que cela ne soit désiré.

Alternativement, les capteurs PIR rendent possible d'influencer la portée avec des caches en plastique.

6.4 Types et modes de montage

Plusieurs types de montage sont disponibles sur le marché, indépendamment de l'utilisation et de la technologie des capteurs. Fondamentalement, on peut distinguer entre les capteurs de plafond, muraux, et intégrés. En outre, la protection IP requise est choisie en fonction de l'utilisation. Chaque type se décline également en des



Graphique 29: Détecteur de mouvement tel qu'ici le B.E.G. Les Luxomat RC-plus 280 disposent de plusieurs secteurs dont la portée peut être ajustée individuellement. En plus de cela, les sources de perturbations telles que les arbres ou les buissons peuvent être masqués avec des caches.

















variantes électrotechniques très différentes (voir partie 7).

6.4.1 Capteurs de plafond

Le lieu de montage le plus courant pour les détecteurs de mouvement et de présence est le plafond. Ce type de capteur existe en variante encastrée, non encastrée, ou intégrée au plafond. Les capteurs au plafond disposent d'un angle de détection de 360 °,

l'angle d'ouverture varie entre les capteurs. Il existe également des capteurs de plafond ne disposant pas d'une détection symétrique car ils sont optimisés par exemple pour la détection dans un couloir. Différents fabricants proposent également des capteurs munis de caches avant colorés.

Tableau 4: Types de capteurs de plafond









Type	Utilisation	Non encastré	Encastré	Intégré au plafond
Capteurs de plafond PIR à petite zone de détection circulaire	Escaliers, WC, pièces annexes, petits bureaux			
Capteurs de plafond PIR à grande zone de détection circulaire	Salles de classe, grands bureaux, halles sportives, industrie, parkings souterrains			
Capteurs de plafond PIR à grande zone de détection quadratique	Escaliers, WC, pièces annexes, petits bureaux			
Capteurs de plafond HF	Couloirs, WC			-
Capteurs de couloir PIR	Couloirs, entrepôts			
Capteurs PIR pour les grandes hauteurs	Entrepôts à hauts rayonnages, halls industriels			-

6.4.2 Capteurs muraux

En plus des capteurs de plafond, le marché propose également des capteurs de mouvement et de présence à monter sur le mur. Les capteurs muraux sont souvent utilisés en extérieur. Ils existent autant en variante encastrée que non encastrée. Selon le lieu de montage, les capteurs disposent d'un angle de détection de 140° à 180°.

Une détection à 180° n'est possible que si le capteur est monté sur un angle de mur, un support mural d'angle est ici éventuellement nécessaire comme accessoire. Certains capteurs muraux sont équipés d'un bouton intégré leur permettant de fonctionner comme interrupteur automatique. De tels interrupteurs à capteur sont souvent disponibles en de nombreuses couleurs, car ils doivent s'accorder au design d'interrupteur approprié.

Tableau 5: Types de capteurs muraux




Type	Utilisation	Non encastré	Encastré
Capteur mural PIR IP20	Couloirs, WC, pièces annexes		
Capteur mural PIR IP54	Pièces humides, extérieur		
Capteur automatique IP20	Salles de bains dans les habitations, caves, ateliers		
Détecteur d'extérieur à tête sphérique IP54 (avec différents angles de détection)	Éclairage d'extérieur autour du bâtiment		

6.4.3 Détecteur intégré

Les détecteurs intégrés sont proposés par différents fabricants. Les détecteurs conçus pour être intégrés dans un éclairage représentant une variante particulière.

Outre l'intégration dans les éclairages, il existe également des capteurs pouvant être intégrés par ex. dans les faux plafonds ou les éléments de design. Généralement, dépendamment du type d'intégration, les capteurs permettent une détection à 360°.

Tableau 6: Types de capteurs intégrés

Type	Utilisation	IP20	IP54/IP64
Capteur intégré PIR	Intégration dans les éclairages, faux plafonds, etc.		
Détecteur intégré HF	Intégration dans les éclairages, faux plafonds, etc.		-

6.5 Types de protection IP et IK

IP (Ingress Protection) désigne le degré de protection de boîtiers et caches qui servent à protéger des appareils électriques. Le code IP est fixé par les normes IEC 529, EN 60529, DIN VDE 0470-1 et NF C 20-010. Les types de protection sont définis par le sigle IP et par deux indicatifs numériques subséquents pour les degrés de protection. La classe de protection complète se compose donc des lettres du code et des numéros du code de degré de protection.

1. Numéro du code : Protection des équipements de production contre l'infiltration

de corps étrangers solides, et simultanément protection des personnes contre l'accès à des pièces dangereuses.

2. Numéro du code : Protection des équipements de production contre l'infiltration d'eau qui aurait des effets néfastes.

Le type de protection IP joue avant tout un rôle dans la sélection du capteur pour la question de son lieu d'installation, en intérieur ou en extérieur ou éventuellement dans une pièce humide. La plupart des capteurs pour l'intérieur sont de classe de protection IP 20. Les capteurs pour les pièces humides sont souvent de classe de protection IP 44, pour l'extérieur souvent jusqu'à

IP 54, parfois même IP 65.

ex. IP X4 ou IP 6X.

Si un numéro de code n'est pas indiqué car il n'est pas important pour l'approche respective, la lettre X remplace ce numéro, par

Tableau 7: Définition 1. Numéro du code

1. Numéro du code	Protection contre les corps étrangers	Protection contre les contacts/utilisation
0	Aucune protection de l'équipement contre l'infiltration de corps étrangers solides.	Aucune protection particulière des personnes contre le contact accidentel de pièces sous tension et/ou internes en mouvement. Dans des boîtiers sans accès.
1	Protection contre l'infiltration de corps étrangers solides $\varnothing > 50$ mm.	Protection contre le contact accidentel sur une grande surface (dos de la main) de pièces sous tension et/ou internes en mouvement. Zones fermées seulement accessibles aux personnel formé et autorisé.
2	Protection contre l'infiltration de corps étrangers solides $\varnothing > 12,5$ mm.	Protection contre le contact des doigts avec des pièces sous tension et/ou internes en mouvement. Zones spécialement accessibles.
3	Protection contre l'infiltration de corps étrangers solides $\varnothing > 2,5$ mm.	Protection contre le contact d'outil, de câbles ou autres objets d'une épaisseur supérieure à 2,5 mm avec des pièces sous tension et/ou internes en mouvement. Zones largement accessibles.
4	Protection contre l'infiltration de corps étrangers solides $\varnothing > 1$ mm.	Protection contre le contact d'outil, de câbles ou autres objets d'une épaisseur supérieure à 1 mm avec des pièces sous tension et/ou internes en mouvement.. Zones largement accessibles.
5	Protection contre les dépôts de poussière nocifs à l'intérieur. L'infiltration par la poussière	Protection totale contre le contact avec des pièces sous tension et/ou internes en mouvement.

	n'est pas entièrement empêchée. La quantité de poussière ayant pénétré à l'intérieur ne doit pas entraver le fonctionnement (protégé contre la poussière).	Zones brièvement poussiéreuses.
6	Protection contre l'infiltration de poussière (étanche à la poussière).	Protection totale contre le toucher de pièces sous tension et/ou internes en mouvement. Zones largement accessibles.

Tableau 8: Définition 2. Numéro du code

2. Numéro du code	Protection contre l'eau	Utilisation
0	Aucune protection particulière.	Dans les lieux secs
1	Protection contre les gouttes d'eau tombant à la verticale (protection anti-ruissellement). Elle ne doit pas avoir d'effet néfaste.	Dans les endroits humides avec une position verticale prédéterminée du composant (par ex. eau de condensation).
2	Protection contre les gouttes d'eau tombant à la verticale (protection anti-ruissellement). Si l'appareil (boîtier) est incliné jusqu'à 15 ° par rapport à sa position normale, il ne doit pas y avoir d'effet néfaste (goutte d'eau tombant en biais).	Dans les lieux humides avec des composants n'étant pas tout à fait à la verticale (par ex. eau de condensation).
3	Protection contre l'eau tombant à divers angles de jusqu'à 60 ° par rapport à la verticale. Elle ne doit pas avoir d'effet néfaste (protection contre l'eau pulvérisée).	Zones exposées à la pluie mais pas aux éclaboussures d'eau.
4	Protection contre l'eau pulvérisée dans toutes les directions par rapport à l'appareil (boîtier).	Zones exposées à la pluie et aux projections d'eau (par ex. lieux de passage de véhicules).

	Elle ne doit pas avoir d'effet néfaste (protection contre l'eau pulvérisée).	
5	Protection contre un jet d'eau provenant d'une buse depuis toutes les directions par rapport à l'appareil (boîtier). Il ne doit pas avoir d'effet néfaste (protection contre les jets d'eau).	Zones nettoyées avec des jets d'eau de puissance moyenne.
6	Protection contre l'eau de mer ou les jets d'eau puissants. L'eau ne doit pas pénétrer dans l'appareil (boîtier) en quantités dommageables (protection contre les eaux submergeantes).	Les zones à jets d'eau puissants et inondables (par ex. les jetées).
7	Protection contre l'eau lorsque l'appareil (boîtier) est immergé dans l'eau dans des conditions de pression et de temps définies. L'eau ne doit pas pénétrer en quantités dommageables (immersion).	Zones temporairement inondées ou recouvertes de neige sur une période plus longue.
8	L'appareil (boîtier) est conçu de façon à pouvoir être immergé dans l'eau de façon durable, aux conditions décrites par le fabricant (submersion). Les conditions doivent toutefois être plus difficiles que pour le chiffre 7.	Pour l'utilisation sous l'eau.

6.6 Classe de protection IK selon la norme EN 50102

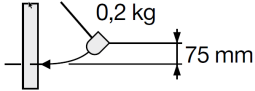
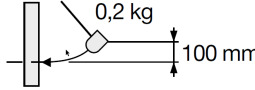
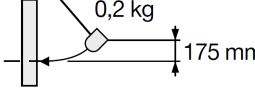
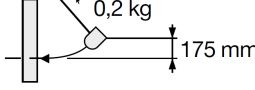
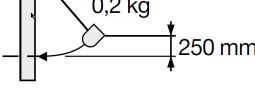
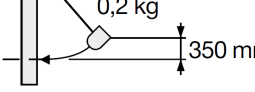
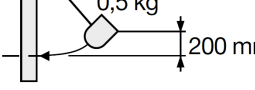
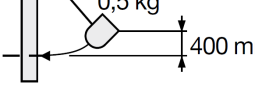
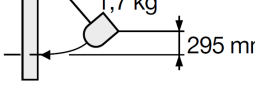
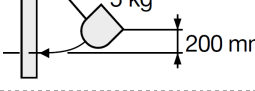
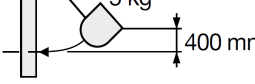
Le degré de protection d'un boîtier d'appareil électrique contre les sollicitations mécaniques externes est déterminé par le code IK conformément aux normes EN 50102 - VDE 0470 partie 100 et EN 62262.

IK = code lettre (protection mécanique internationale)

OX = classe d'usage IK (de 00 à 10)

Dans le cas des capteurs, la classe de protection IK n'est généralement pas pertinente. Elle est toutefois utile pour les éclairages à capteurs, pour par exemple les classer comme anti-vandalisme.

Tableau 9: Définition classe de protection IK

Code IK	Test	Énergie en joules
IK 00		0
IK 01		0,15
IK 02		0,2
IK 03		0,35
IK 04		0,5
IK 05		0,7
IK 06		1
IK 07		2
IK 08		5
IK 09		10
IK 10		20

7 Caractéristiques techniques des capteurs

7.1 Consommation en mode veille

Un capteur a besoin d'électricité pour être utilisé. Il a sa propre consommation d'énergie même si aucun mouvement n'est détecté. Pour surveiller la zone de détection, et pour s'allumer en cas de détection d'un mouvement. La consommation en veille est généralement indiquée en watts. Une consommation en veille de 0,2-1 watt par capteur est courante. Les capteurs avec une alimentation à découpage atteignent des valeurs de consommation en veille particulièrement basses. Celles-ci approchent généralement 0,1 watt.

7.2 Sorties de commande des capteurs

Diverses sorties de communication et interfaces entre le capteur et l'éclairage permettent différentes fonctions et possibilités de paramétrage. La combinaison du ballast et de la lumière ne peut pas être faite n'importe comment. Sur la base des exigences fonctionnelles, des capteurs et ballasts disposant tous les deux de la même interface doivent être choisis. Lorsque, par exemple, une régulation constante de la lumière est nécessaire, le ballast et le capteur doivent tous les deux offrir la fonction de régulation constante de la lumière et disposer d'une interface DIM 1-10V ou DALI.

Les interfaces vont de simples relais qui ne font qu'allumer la lumière jusqu'aux éclairages tamisables mis en réseau avec DALI, ou même encore les systèmes KNX et IP, qui peuvent servir à l'automatisation complète du bâtiment. En outre, il faut décider si le capteur doit directement contrôler l'éclairage ou si ce dernier ne fait que transmettre les informations sur le mouvement et la luminosité à un système de bus ou un contrôleur.

Ci-après, nous allons expliquer les sorties de commande les plus courantes et les interfaces des capteurs.

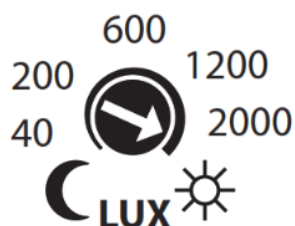
7.3 Allumage de la lumière

Les capteurs utilisés le plus fréquemment de nos jours allument la lumière à l'aide d'un relais ON et OFF. Dans les cages d'escalier, les couloirs, et les pièces annexes, cela entraîne déjà une grande économie d'énergie et apporte confort et sécurité. La lumière est alors allumée au besoin en fonction de la luminosité et de la présence de personnes et éteinte lorsqu'elle n'est plus nécessaire.

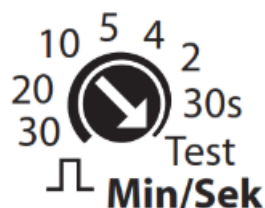
Sortie valeur de luminosité de la lampe

Lorsque la luminosité tombe sous la valeur pré-réglée, le détecteur allume la lumière artificielle en présence de personnes. La valeur de luminosité est paramétrée sur une échelle, ces valeurs reflètent les situations typiques dans une pièce. Sinon, le

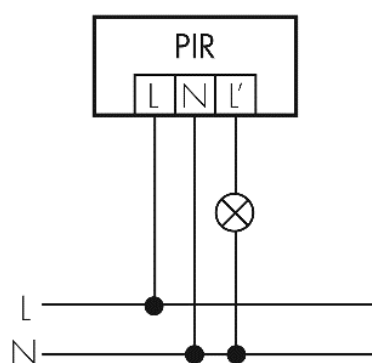
fonctionnement de jour ou le fonctionnement de nuit peut être sélectionné. S'il existe une fonctionnalité d'apprentissage, la luminosité actuelle peut être paramétrée comme seuil de basculement.



Graphique 30: Le paramétrage de la valeur de luminosité est fait par ex. au moyen d'un potentiomètre



Graphique 31: Potentiomètre pour paramétrer la durée de postfonctionnement



Graphique 32: Schéma de câblage d'un détecteur de mouvement avec sortie relais

Sortie durée de postfonctionnement de la lampe

La durée de postfonctionnement de la lampe de sortie détermine la durée avant que la lumière ne s'éteigne après le dernier mouvement détecté. Les fonctions spéciales disponibles comprennent un mode d'impulsion pour la commande automatique d'une cage d'escalier et une adaptation automatique de la durée de postfonctionnement à la situation de la pièce et de l'utilisation.

La charge de commutation est généralement entre 10 à 16 A. Pour les charges capacitives, il est également important de prêter attention au courant de pointe à la commutation. Pour les puissances d'éclairage plus élevées, monter un relais ou un contacteur en amont

7.4 Commutation d'installation CVC

En plus de la sortie pour le contrôle de l'éclairage, il existe des capteurs disposant d'un autre relais généralement libre de potentiel (R2 dans l'image Image 33) pour le contrôle des installations CVC. Celui-ci ne s'active qu'en fonction de la présence car le chauffage, la ventilation, et la climatisation doivent être à disposition même lorsque la luminosité est suffisante. Si la pièce n'est plus utilisée, le chauffage, la ventilation, et la climatisation peuvent eux aussi être éteints pour économiser les coûts et l'énergie.

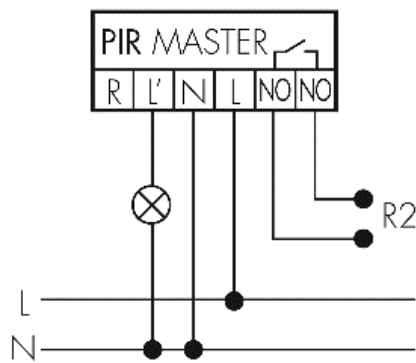
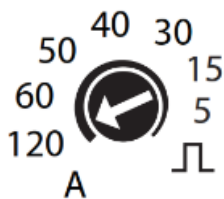


Image 33: un relais libre de potentiel est à disposition pour le contrôle d'installations HVAC.

La durée de postfonctionnement pour la sortie HVAC peut le plus souvent être paramétrée séparément.

Avec certains types de capteurs, il est également possible d'activer la commutation à retardement. Le contact n'est allumé qu'au bout de la temporisation, de 10 minutes par exemple. Ou alors, le capteur utilise un algorithme pour déterminer si la pièce est réellement utilisée et n'allume la consommation HVAC qu'à ce moment. Ainsi, la pièce n'est pas allumée si une personne ne fait qu'y jeter un coup d'œil.



Graphique 34: Paramétrage de la durée de postfonctionnement HVAC, après 30 minutes de retardement pour le démarrage

7.5 DIM 1-10V

En tant que prédécesseurs de l'interface DALI, l'utilisation du 1 - 10 V ainsi que de la

simple interface DIM régresse. Contrairement au relais de commutation, elle permet également l'ajustement en continu de la lumière, de sorte que le contrôle de l'éclairage par l'ajustement constant de la lumière ainsi que l'activation d'une luminosité de base peuvent être sélectionnés. (Voir également le passage 3.4.3.3.) Le paramétrage de la valeur de luminosité et de la durée de postfonctionnement a été décrit au chapitre 7.3 pour le relais de commutation.

La fonction d'éclairage de base ou d'orientation permet de conserver un éclairage de base pendant la durée de postfonctionnement paramétrée si la luminosité passe en dessous de la valeur paramétrée. La lumière est alors réduite à par ex. 10% de sa puissance maximale. En cas de présence de personnes, le capteur passe à la luminosité prééglée. Si plus aucun mouvement n'est détecté, le capteur passe de nouveau à l'éclairage de base une fois la durée de postfonctionnement écoulée. Ce dernier s'éteindra une fois sa durée de postfonctionnement écoulée ou si la luminosité repasse au-dessus de la valeur limite en raison d'une quantité suffisante de lumière naturelle. Selon les paramètres, le capteur allume et éteint directement la luminosité de base lorsque la valeur est dépassée.

7.6 Sorties avec communication

7.6.1 DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) propose de nombreuses possibilités et s'est imposée comme un standard du contrôle de l'éclairage. Le contrôle de la lumière, les capteurs, les appareils électroniques, et l'éclairage interagissent de façon optimale avec le standard d'interface. Ils communiquent les uns avec les autres et réagissent les uns aux autres. Le contrôle de la lumière par l'interface digitale DALI au moyen d'un détecteur de présence DALI permet un contrôle à niveau constant de l'éclairage ainsi que de laisser une luminosité de base activée, par ex. dans les couloirs et les cages d'escalier.

La valeur de luminosité et la durée de post-fonctionnement sont également présentes chez DALI, comme avec le relais de commutation (chapitre 7.3) et les DIM et DIM 1-10 (chapitre 7.5).

Le standard DALI est défini dans une norme. Ainsi, une compatibilité durable entre les fabricants et une fiabilité future sont garanties. Le standard DALI 2 est introduit étape par étape depuis 2017. Dans ce cadre, contrairement à DALI 1, la page d'interface du contrôleur et des capteurs ont été standardisés.

Le standard DALI peut être utilisé dans trois

différentes variantes de base. Elles sont décrites ci-après.

7.6.1.1 Application Controller Broadcast

La variante « Application Controller Broadcast » est le type de contrôle le plus fréquemment utilisé avec les capteurs DALI. Le groupement des lampes est déterminé exclusivement par le câblage. L'alimentation de bus pour les lampes est mise à disposition par le capteur. Les instructions sont envoyées en tant que commandes « broadcast » à toutes les lampes dans le bus DALI. Ainsi, aucun adressage n'est disponible. Selon le fabricant et le capteur, une ou plusieurs sorties lumière sont possibles. Pour ce faire, chaque canal doit être câblé aux lampes respectives.

7.6.1.2 Application Controller

Avec la variante « Application Controller », toutes les lampes sont câblées sur le même bus DALI. Jusqu'à 64 participants / lampes peuvent être séparés en jusqu'à 16 groupes. Il existe deux sous-variantes pour cela. Avec la variante « maître unique », un maître DALI contrôle tous les groupes de lampes. Cette variante apporte en règle générale également l'alimentation de bus DALI. Avec la variante « multi maître », plusieurs capteurs peuvent être attribués aux différents groupes de lampes et prennent ensemble en charge la tâche de contrôle.

L'alimentation de bus est généralement séparée.

7.6.1.3 Input Devices

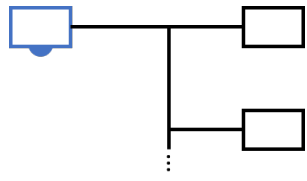
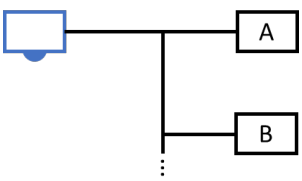
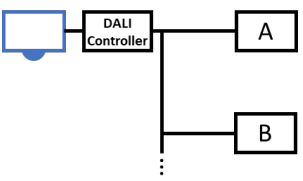
Avec la variante « input device », les capteurs tout comme tous les autres participants au bus sont alimentés par une alimentation DALI et mettent à disposition les

données sur la présence de personnes et éventuellement de la luminosité à une unité de contrôle centrale.

7.6.1.4 Comparaison des variantes DALI

La liste suivante (Tableau 10) compare encore les propriétés les plus importantes des variantes entre elles.

Tableau 10: Les différentes variantes de contrôle avec DALI

	Application Controller Broadcast	Application Controller	Input Devices
Structure bus	Pas d'adressage des lampes nécessaire instructions en tant que commandes « broadcast »	jusqu'à 64 participants / lampes en jusqu'à 16 groupes.	jusqu'à 64 participants / lampes en jusqu'à 16 groupes.
Alimentation de bus	Le capteur alimente le bus DALI en tension de bus	Bus DALI à tension de bus fournie par le capteur ou une alimentation séparée	Bus DALI à tension de bus fournie par une alimentation séparée
Logique de commande	Le capteur a sa propre logique de commande	Le capteur a sa propre logique de commande (maître unique) ou plusieurs capteurs contrôlent l'éclairage (maître multiple)	Le capteur envoie des données à l'unité centrale de commande
Utilisation typique	Pièce individuelle	Pièce individuelle dans de petits bâtiments fonctionnels	Bâtiments fonctionnels de moyenne à grande taille
Schéma de fonctionnalité			

7.6.2 KNX

KNX est le système de bus pour l'automatisation de bâtiment. KNX ne sert pas seulement à l'automatisation de l'éclairage, mais plutôt à l'automatisation complète des bâtiments. Un grand avantage du standard KNX est que les appareils KNX, même provenant de différents fabricants, sont compatibles

entre eux. Plus de 65 000 appareils peuvent agir comme participants sur un réseau.

L'application KNX spécifique au fabricant est essentielle pour les fonctions des capteurs KNX. Il existe des applications peu utilisées mais également des applications très répandues.

Les valeurs de sortie des appareils peuvent

être consultées et évaluées séparément. Les paramètres sont configurés via le logiciel ETS (« Engineer Tool Software ») ou à distance.

En outre, en plus de la variante KNX standard à deux fils, il existe également KNX-IP, KNX-Powerline et KNX-RF en version sans fil. La tension d'alimentation standard de l'alimentation du bus KNX est de 29V.

7.6.3 IP

IP signifie « Internet Protocol » (protocole internet) et fournit généralement le protocole réseau de base d'internet. Appliqué à l'automatisation de bâtiment, il propose la possibilité de directement transférer des données depuis un capteur à un serveur, sans passer par le Cloud ou par un serveur local. Une communication directe ne nécessitant pas de passerelles est possible. L'alimentation en énergie est faite par PoE (« Power over Ethernet »), donc au moyen d'un câble Ethernet.

Chaque appareil à IP ou chaque groupe d'appareils possède une adresse IP afin qu'un adressage univoque au sein du réseau soit possible. ReST API, MQTT et BACnet sont des protocoles de communication d'IP connus.

L'objectif principal est d'être rapidement en mesure d'analyser les données obtenues par le capteur et de directement les traiter

grâce à une évaluation des potentiels d'optimisation. L'IP est particulièrement utilisée dans les bâtiments de bureaux car l'infrastructure et les branchements requis sont généralement déjà en place.

7.6.4 BACnet

BACnet signifie « Building Automation and Control Network » et s'est établi en tant que standard pour un système de gestion de bâtiment principal dans l'automatisation de bâtiments. À l'origine, BACnet a été développé pour permettre la gestion de l'énergie d'un bâtiment dans le domaine du contrôle d'installations HVAC.

Il s'agit d'un protocole qui permet la compatibilité entre différents appareils d'automatisation de différents fabricants. Ainsi, dans le cas de projets particulièrement étendus, BACnet offre l'avantage de permettre une surveillance et une ajustabilité harmonisées entre différents protocoles.

Le contrôle de la lumière peut également être intégré au système, par exemple par le biais de DALI. Avec BACnet, un nombre considérablement plus élevé de participants peut être inclus que dans le cas de KNX.

7.6.5 Interfaces sans fil

Outre les câblages analogiques et numériques, les interfaces sans fil se sont également établies dans la branche de l'éclairage : **Bluetooth**, **ZigBee** et **Z-Wave**.

L'éclairage est commandé soit par une interface sans fil intégrée, soit par une passerelle qui communique alors avec l'éclairage par le biais de DALI, par exemple. Étant donné que les protocoles sans fil sont conçus de façon bidirectionnelle, il est possible d'envoyer des données à l'éclairage tout comme recevoir et utiliser les données qu'il envoie.

La fréquence de Z-Wave est de 868 MHz mais sa portée est toutefois plus faible que celles des deux autres protocoles sans fil. Les produits Z-Wave déjà disponibles sont au nombre de 2 000 variantes.

Bluetooth et ZigBee communiquent à une fréquence de 2,4 GHz. Il existe environ 2 000 produits certifiés ZigBee qui peuvent couvrir entre dix et 75 m en fonction des conditions dans le bâtiment.

Alors que le Bluetooth permet une communication directe entre le smartphone ou la tablette et l'appareil, les deux autres nécessitent une centrale sous la forme d'un pont ou d'un contrôleur qui réalise la communication avec l'appareil. Les trois interfaces sans fil fonctionnent en tant que réseaux maillés et permettent ainsi la mise en ré-

seau de plusieurs appareils et la transmission du signal sans fil aux appareils sur le réseau.

Les interfaces sans fil sont particulièrement recommandées dans le cas de rénovations car elles peuvent être intégrées aux bâtiments déjà existants de façon bon marché sans que des câbles coûteux ne doivent être posés.

8 La planification avec des capteurs

8.1 Bases de planification

L'utilisation de capteurs pour l'éclairage propose une variété de plus-values en termes d'efficacité, de sécurité, de coûts d'opération, et de confort. Pour que les utilisateurs et les opérateurs puissent profiter de ces avantages, il est nécessaire de veiller aux points suivants dans la planification d'un projet de construction :

- Planification professionnelle du contrôle de l'éclairage
- Installation selon la planification
- Mise en service complète selon la planification
- Exploitation et maintenance selon les consignes de la planification

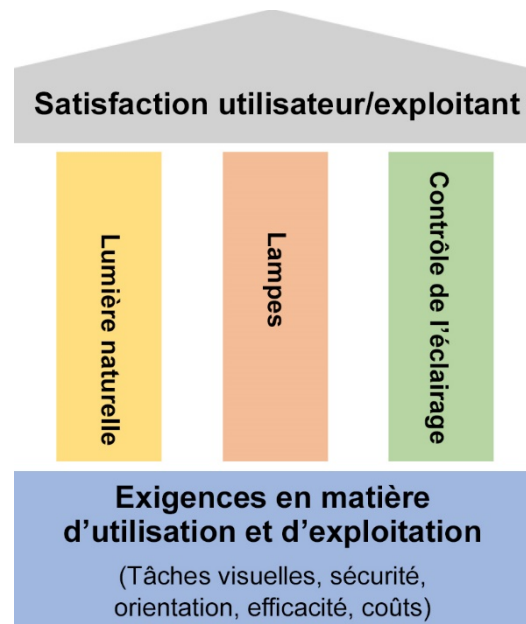
8.1.1 Planification du contrôle de l'éclairage

Pour réaliser un contrôle de l'éclairage le plus utile possible en termes d'efficacité énergétique, de sécurité, et de confort, différents aspects doivent être harmonisés lors de la planification. Pour réaliser cela, il est utile de s'orienter sur le modèle de planification « La lumière à la maison » (Graphique 35) à trois colonnes : la lumière du jour, l'éclairage, et le contrôle. Les exigences relatives à l'utilisation et à l'opération constituent la base. Avec une planification adaptée de l'utilisation de la lumière naturelle, de la planification de l'éclairage

et de son contrôle, la satisfaction désirée de l'utilisateur et de l'opérateur peut être atteinte. Les points suivants sont pris en compte pour planifier le contrôle de l'éclairage pour les utilisations souhaitées.

8.1.1.1 Exigences d'utilisation et d'exploitation

Chaque planification d'éclairage doit être précédée par une définition de l'utilisation de la pièce et des exigences pour son utilisation. Ainsi, les aspects centraux diffèrent entre l'éclairage d'une salle de classe et l'exploitation d'un entrepôt à hauts rayonnages. Les exigences pour le contrôle de l'éclairage peuvent être déduites de ces aspects.



Graphique 35: Le modèle de planification « La lumière à la maison » répond aux exigences résultant de l'utilisation et du fonctionnement avec ces trois piliers : la lumière du jour, l'éclairage, et le contrôle. Cela mène à l'utilisation souhaitée en matière de tâches visuelles, de sécurité, d'efficacité, et de coûts.

Il s'est par exemple avéré que dans les salles de classes, la satisfaction des utilisateurs augmente nettement lorsqu'il est possible d'intervenir manuellement dans le contrôle de l'éclairage. Ainsi, dans les salles de classe, il est recommandé de prévoir un bouton pour la commande manuelle. La signification concrète de ces utilisations typiques est expliquée au chapitre 9.

8.1.1.2 Utilisation de la lumière du jour

L'aspect central pour le confort et l'efficacité est l'utilisation la plus optimale possible de la lumière naturelle disponible. Afin que les capteurs puissent utiliser le contrôle de la lumière naturelle sans entrave, l'emplacement de mesure de la lumière doit être correct et la logique de commande (tamiser/allumer, valeur de luminosité) doit être adaptée à l'utilisation. Les aspects devant être pris en compte pour les différentes utilisations typiques sont expliqués chapitre 9.

8.1.1.3 Éclairage et groupes de luminaires

La planification de l'éclairage adaptée à l'application et une division des groupes de luminaires adaptée à l'utilisation sont des conditions importantes pour la spécification du contrôle de l'éclairage. Ainsi, par exemple, il est décisif dans la planification

de l'éclairage que les groupes de luminaires soient divisés de façon à ce qu'une utilisation judicieuse de la lumière naturelle soit possible. Ainsi, les lumières près des fenêtres sont typiquement regroupées dans leurs propres groupes afin de seulement être allumées ou contrôlées lorsque la lumière naturelle est insuffisante. Ici aussi, les cas d'application typiques sont esquissés au chapitre 9.

8.1.1.4 Paramètres de définition du contrôle de l'éclairage

Les paramètres d'éclairage et de contrôle sont tirés des exigences d'utilisation et de fonctionnement après la planification de l'éclairage et du système de contrôle. Ainsi, l'effet d'un contrôle à niveau constant de l'éclairage ne peut pas être réglé si la valeur seuil de luminosité n'est pas fixée correctement. Les paramètres de réglage typiques en fonction de l'utilisation sont décrits au chapitre 9.

8.1.2 Détermination du lieu de montage correct ou choix des caractéristiques

Le lieu de montage correct pour l'installation du capteur joue un rôle décisif pour un fonctionnement sans entrave. À cet effet, il est recommandé de procéder à la planification des capteurs à l'aide d'un logiciel. (voir section 8.3)

Indépendamment des exigences spécifiques aux applications, les types de mouvement typiques et les conditions environnementales particulières doivent être prises en considération. En font partie, par ex., la nature des murs et le matériau des meubles ou d'autres objets. D'autres facteurs perturbateurs tels que les ouvertures de ventilation ou même les ventilateurs devraient être pris en compte lors de la planification.

Pour les technologies suivantes, les points suivants en particulier doivent être pris en compte :

Tableau 11: Points importants pour la planification

Passif à infrarouge (PIR)	<p>les mouvements à détecter devraient être effectués de façon tangentielle par rapport au capteur.</p> <p>les objets qui se déplacent dans le vent doivent être pris en considération avant le montage</p> <p>les sources de chaleur telles que, par exemple, le chauffage ou les installations de climatisation, les lumières devraient être évitées</p>
Haute fréquence (HF)	<p>devraient être montés, si possible, à mi-hauteur sur le mur</p> <p>les murs ou les meubles métalliques peuvent fortement réfléchir les rayons HF</p> <p>le verre et les murs fins sont traversés</p>
Ultrasons (US)	<p>ne doivent pas obligatoirement être placés au centre de la pièce</p> <p>devraient être montés à distance suffisante des aérations et de fenêtres ouvertes</p>

En outre, le type de montage souhaité et éventuellement la hauteur de montage joue un rôle important. De manière générale, il est valable pour toutes les technologies de capteur que les hauteurs de montage devraient être respectées afin d'obtenir les

portées annoncées. Les capteurs conçus pour le montage au plafond ne devraient être montés qu'au plafond.

8.1.3 Installation selon la planification

Dans le déroulement du projet de construction, il y a toujours des changements par

rapport à la planification. Dans ce cadre, il est important que l'installation remplisse également les exigences définies dans le plan. Il est donc important que la qualité et les caractéristiques techniques du capteur sélectionné remplissent entièrement les exigences du projet. Par exemple, une planification incluant des détecteurs de présence devient inutile si des détecteurs de mouvement sont utilisés ultérieurement pour des raisons de coût. Ou lorsque la zone de détection des capteurs choisis ne correspond pas aux exigences de la planification. Pour plus d'informations au sujet de la sécurité de la planification, voir le passage 8.2.

8.1.4 Mise en service selon la planification

En premier lieu, une mise en service correspondant aux exigences de la planification garantit que les exigences du projet seront remplies. Il convient d'y prêter attention lorsque les trois piliers lumière naturelle, éclairage et contrôle de l'éclairage, fonctionnent en dépendance les uns des autres.

8.1.5 Exploitation adéquate

Une installation d'éclairage fait ses preuves au quotidien lorsqu'elle est utilisée pour l'objectif pour lequel elle a été planifiée. Il est ici utile que les utilisateurs respectifs comprennent par exemple la logique du

contrôle de l'éclairage. Cela mène à une meilleure acceptation, précisément où l'énergie est économisée. Ainsi, un enseignant dans sa salle de classe comprend mieux pourquoi la lumière est éteinte et ne l'allumera manuellement que s'il a réellement besoin de plus de lumière.

Si une pièce est utilisée dans un autre but que ce qui a été prévu dans le plan, alors il est judicieux et tester les nouvelles exigences engendrées par la conversion et d'éventuellement procéder à un ajustement des paramètres du contrôle de l'éclairage ou de réorganiser les groupes de luminaires.

8.2 Sécurité de la planification avec sensNORM

SensNORM est une fusion de tous les fabricants éminents de détecteurs de mouvement et de présence. Le but de cette organisation est de développer et établir des procédés pour la normalisation et la standardisation des capteurs pour la technique du bâtiment. Ensemble, des procédés ont été définis pour déterminer comment les capteurs peuvent être mesurés de manière très précise et vérifiable. Comme les capteurs sont tous mesurés dans les mêmes conditions ambiantes et avec les mêmes procédés de mesure, il est résulté une comparabilité fiable des uns aux autres pour les concepteurs, et une capacité de planification précise dans les bâtiments.

sensNORM

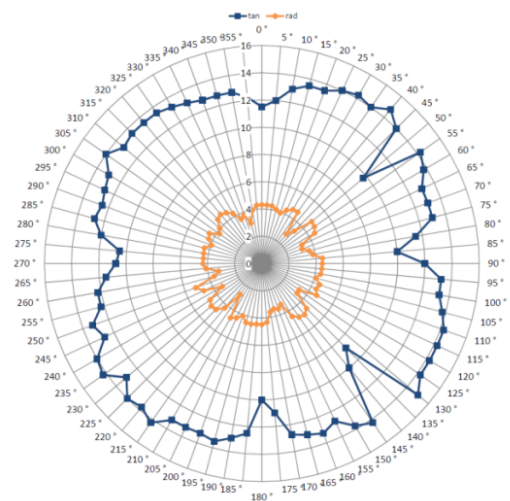
Graphique 36: Logo sensNORM

Actuellement, les capteurs PIR peuvent déjà être mesurés, mais la mesure des capteurs à infrarouge et haute fréquence sera également possible à l'avenir. De la température de la pièce jusqu'à l'humidité de l'air, de la hauteur de montage jusqu'à la nature générale de la pièce de mesure, toutes les conditions de mesure sont standardisées. En outre, les objets servant à simuler des personnes à détecter pendant les tests sont eux aussi standardisés.

Grâce à un modèle de bras et un modèle de personne uniforme de dimensions, températures et vitesses moyennes, des résultats standardisés sont également assurés en ce qui concerne les objets du mouvement.

Mais quelle est la procédure dans la salle

de mesure sensNORM ? Un mannequin installé sur des rails est utilisé pour la mesure de la détection tangentielle et radiale (Image 38). Il simule le corps humain avec une température de 35 °C au niveau de la tête et 28 °C au niveau du corps et des jambes. Le mannequin se déplace vers le capteur à une vitesse définie. Le capteur est



Graphique 37: Le diagramme polaire représente les résultats de mesure de la détection tangentielle (bleu) et radiale (orange) d'un détecteur de plafond.

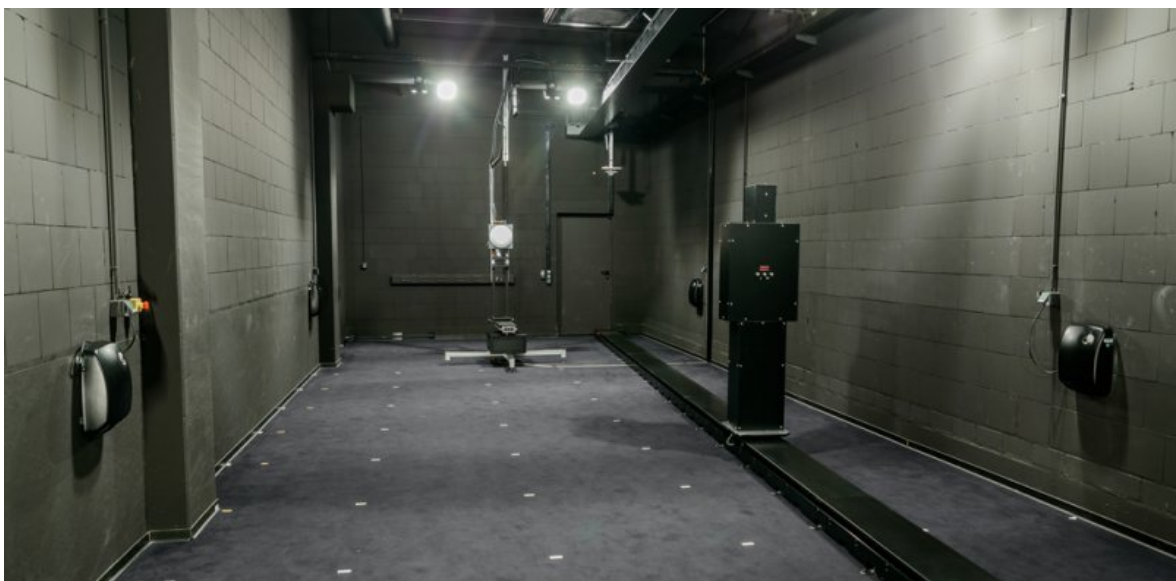
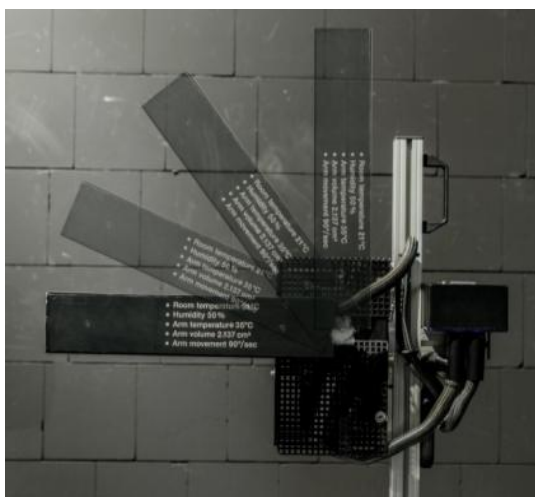


Image 38: la zone de détection d'un capteur est mesurée dans la salle de mesure à l'aide d'un mannequin standardisé.

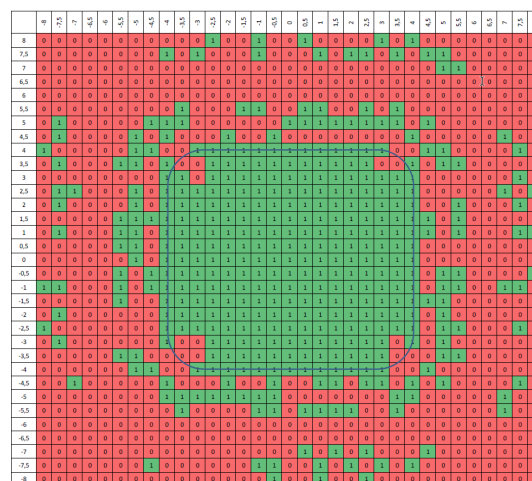
un petit peu tourné à chaque nouvelle mesure. Cela permet ainsi d'obtenir un diagramme polaire (Graphique 37).



Graphique 39: Évaluation sous forme de grille d'une mesure de la présence d'un capteur de plafond. Les zones vertes représentent la détection de présence, aucune détection de présence n'a eu lieu dans les zones rouges.

Dans le cas de la mesure de présence, les capteurs se déplacent vers un bras de mannequin mobile. Avec une température de 35°C, il représente l'avant-bras d'une personne. Ici aussi, les capteurs sont un petit peu tournés après chaque mesure. À chaque position, le bras est déplacé de bas en haut de 90°. En résulte une grille qui représente la zone de présence avec exactitude (Graphique 39). Les champs verts marqués d'un « 1 » montrent la détection de la présence, les champs rouges avec un « 0 » montrent les positions où aucune ou presque aucune présence n'a été détectée. Cette uniformisation des tests augmente avant tout la sécurité de la planification

pour l'utilisation de capteurs. Les données mesurées par sensNORM offrent également une base idéale pour l'utilisation en combinaison avec un logiciel de planification.



Graphique 40: Bras de mannequin pour la mesure de la zone de présence

8.3 Données pour le logiciel de planification RELUX

Différents logiciels de planification de l'éclairage existent sur le marché. Le logiciel RELUX se prête tout particulièrement à la planification de capteurs. Contrairement au logiciel de planification DIALux, RELUX offre la possibilité de planifier des capteurs en plus des luminaires. Les formats de fichier courants sont rlX (Relux), rfa (Revit),

dwg (AutoCAD), ldt (Eulum) et ies (IES).¹

Sur la plateforme en ligne ReluxNet®, de nombreux fabricants proposent un large choix de produits et données de mesure à télécharger. Le choix de capteur est également pris en charge grâce à des plugins spécifiques au fabricant. Il est également visible quelles données sont déterminées selon les règles de sensNORM, et sont donc parfaitement adaptées à la planification.

Ce que l'on appelle la famille de fichiers Revit (rfa) permet l'intégration dans les systèmes de Building-Information-Modeling (BIM). Ainsi, outre la seule planification de bâtiments, la gestion globale à long terme de l'infrastructure des bâtiments est également une possibilité.

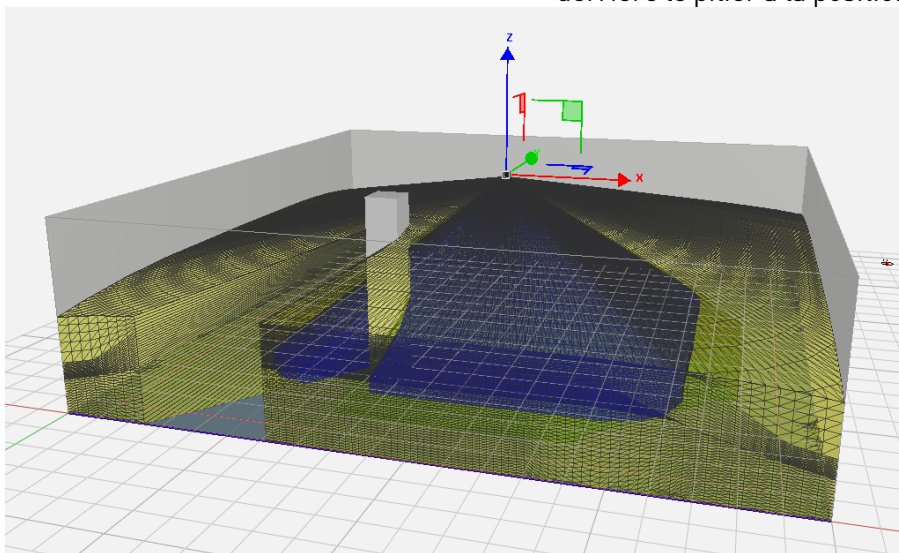
L'utilisation de données de capteur offi-

cielles dans la planification d'éclairage contrôlé par capteurs offre une haute sécurité de planification et facilite le choix du capteur adapté.

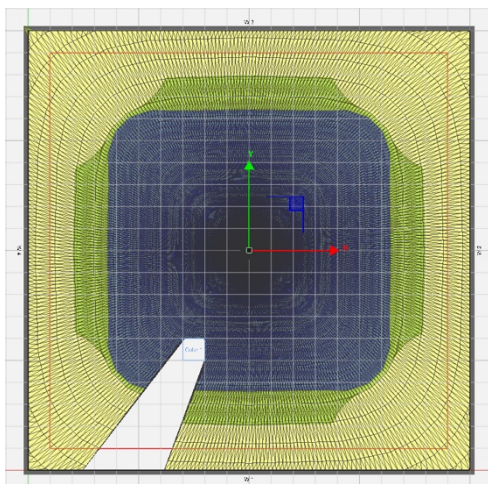
Le Graphique 41 montre un capteur PIR placé au plafond au centre d'une pièce. La surface jaune montre la zone de détection tangentielle, la surface verte montre la zone de détection radiale, et la petite zone bleu foncé

représente la zone de présence du capteur pour la détection d'activités en position assise.

Le **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** montre clairement comment le champ de vue du capteur est bloqué par le pilier, le capteur ne détecte donc pas derrière le pilier à la position où il se trouve.



¹ <https://relux.com/fr/>



Graphique 41: Exemple d'une planification dans RELUX à capteur IR Quattro de STEINEL (vue du dessus)

8.4 Conseils et astuces au sujet du contrôle de l'éclairage par capteurs

Outre les démarches ciblées dans la planification, l'installation et la mise en service telles que décrites au chapitre 8.1, il existe quelques conseils et astuces pour éviter les surcoûts et réduire les effets indésirables.

8.4.1 Sources d'erreur en raison de la détection

Le capteur détecte trop tardivement

Zone de détection limitée en raison de : Fenêtres, murs en verre, meubles, lampes suspendues, installations au plafond telles que des tuyaux sanitaires

Déplacer le capteur ou les meubles ou installer un capteur supplémentaire

Non-respect des caractéristiques du capteur

Le capteur choisi ne couvre pas la zone souhaitée
Capteur PIR : les mouvements à détecter devraient être effectués de façon tangentielle par rapport au capteur

Activations non désirées	
En extérieur à cause de plantes, de voitures, etc.	Les objets qui bougent dans le vent et les zones où la détection ne doit pas être faite peuvent être masqués en déplaçant le capteur ou en dirigeant et couvrant la tête du capteur.
Capteur PIR en intérieur	Les sources de chaleur telles que les radiateurs ou les installations de climatisation et les lampes ne doivent pas se trouver dans la zone de détection du capteur.
Capteur PIR trop rapproché d'une lampe	La modification du rayonnement de chaleur de la lampe peut entraîner des activations indésirables (ré-activation après l'extinction). Cela peut être évité en délimitant la zone de détection ou en déplaçant la lampe / le capteur.
Capteur HF en intérieur	Détecte des mouvements non désirés, par ex. dans la pièce voisine. Cela peut être évité en limitant la détection ou en réduisant la sensibilité.

8.4.2 Erreurs dues à la mesure de lumière

Le capteur ne s'active pas / ne régule pas la lumière correctement

Le capteur ne s'active / désactive pas à la luminosité souhaitée

En premier lieu, la valeur de luminosité doit être vérifiée. Ce faisant, tenir compte du fait que le capteur effectue la mesure de la lumière à son emplacement de montage et la lumière incidente n'y est pas identique à celle sur l'espace de travail ou au sol. (voir 4.2)

Un groupe de lampes contrôlé indépendamment du capteur se trouve à proximité

De la lumière artificielle allumée indépendamment du capteur influe sur la mesure de la lumière par le capteur. Plus elle est proche, plus elle influence la mesure de la lumière par le capteur. Pour pouvoir procéder à une mesure correcte de la lumière, le capteur doit être placé dans la pièce de façon à ce que la lumière naturelle disponible soit bien détectée et que la lumière auto-contrôlée puisse également être bien déterminée. (voir 4.3) Un écart de 0,5 à 1 mètre se révèle généralement suffisant.

L'écart entre l'éclairage contrôlé et le capteur est très petit

Si l'effet de sa propre lumière sur le capteur est trop important, la mesure de la lumière est faussée. Ainsi, le capteur n'est plus en mesure de mesurer la lumière de façon adéquate. Cela peut être évité en déplaçant le capteur.

Plusieurs détecteurs de présence sont activés en même temps.

Comme décrit au chapitre 3.2.2, les détecteurs de présence effectuent la mesure de la lumière par l'appareil maître. Si deux maîtres sont activés en parallèle, ils ne peuvent pas détecter la lumière correctement. Seul un maître peut être utilisé par groupe de lampes. Pour élargir la zone de détection, des esclaves doivent être raccordés au maître.

8.4.3 Erreurs dans l'installation

<p>Si un capteur est installé avec un bouton supplémentaire, la lumière reste allumée en permanence.</p>	<p>Un bouton lumineux sans raccord à un conducteur neutre peut mener à l'« activation » de l'entrée du bouton du détecteur de mouvement. Lorsque des boutons lumineux sont utilisés, des boutons raccordés à un conducteur neutre devraient être utilisés.</p>
<p>Si un capteur est installé avec un bouton supplémentaire, la lumière ne s'éteint pas.</p>	<p>Les détecteurs de présence peuvent être utilisés en mode entièrement ou semi-automatique. En mode semi-automatique, la lumière doit être allumée manuellement et s'éteint ensuite automatiquement. Mais si un allumage automatique en cas de mouvement est souhaité, alors le capteur doit être utilisé en mode entièrement automatique. Le bouton sert alors au contrôle manuel.</p>
<p>La lumière est allumée en permanence dans une installation maître-esclave</p>	<p>Les appareils maître-esclave transmettent un signal au maître en cas de détection de mouvement. Un signal erroné entre le maître et l'esclave (par ex. en raison d'un esclave défectueux) peut causer une lumière allumée en permanence. Dans ce cas, l'origine du signal erroné doit être déterminée.</p>

9 Exemples de planification

Un chapitre supplémentaire contenant des exemples de planification détaillés dans différents domaines d'application est prévu et sera ajouté en tant que chapitre dans une nouvelle version du guide.

10 Index des tableaux

Tableau 1: Vue d'ensemble des technologies de capteurs.....	21
Tableau 2: Avantages et inconvénients des technologies des capteurs.....	30
Tableau 3: Domaines d'utilisation des différentes technologies	33
Tableau 4: Types de capteurs de plafond.	37
Tableau 5: Types de capteurs muraux	38
Tableau 6: Types de capteurs intégrés	39
Tableau 7: Définition 1. Numéro du code.	40
Tableau 8: Définition 2. Numéro du code.	41
Tableau 9: Définition classe de protection IK	43
Tableau 10: Les différentes variantes de contrôle avec DALI	49
Tableau 11: Points importants pour la planification.....	54

11 Liste des schémas

Graphique 1: L'utilisation d'électricité en Suisse. Parts des catégories d'utilisation d'électricité dans l'utilisation globale pour l'éclairage, respectivement dans l'utilisation globale d'électricité de 58 TWh (2017). La consommation engendre un coût de 10 milliards de Francs.	7	même qu'au sol ou sur une table.	18
Graphique 2: Il existe des détecteurs de mouvement et de présence à zones de détection rondes et carrées.....	11	Graphique 8: Le facteur de correction de la pièce établit le rapport entre la lumière au plafond et la lumière sur la zone de travail.	18
Graphique 3: l'éclairage en réseau contrôle la lumière en fonction du besoin, et permet d'obtenir une solution d'éclairage optimisée en termes d'énergie et d'utilisation.	13	Graphique 9: Mesure de la lumière mixte : Le capteur de présence mesure la somme de lumière artificielle et naturelle et allume ou éteint la lumière artificielle en correspondance.....	20
Graphique 4: Réduction de la durée d'éclairage par un contrôle de l'éclairage moderne	14	Graphique 10: Régulation à lumière constante : Seule la quantité nécessaire de lumière artificielle est allumée et adaptée en continu.....	20
Graphique 5: Les avantages et inconvénients des différents types de contrôle de l'éclairage peuvent être évalués en comparaison	Fehler!	Graphique 11: Schéma de détection d'un capteur passif à infrarouge (PIR).....	21
Textmarke nicht definiert.		Graphique 12: Représentation schématique de la détection par un capteur infrarouge	22
Graphique 6: Visualisation de la détection tangentielle et radiale d'un capteur PIR	15	Graphique 13: À plus grande hauteur, la zone de détection est plus grande et la sensibilité est plus faible	22
Graphique 7: La mesure de la lumière est effectuée par le capteur au plafond. En raison des réflexions de la lumière naturelle et artificielle, les conditions lumineuses au capteur ne sont pas les		Graphique 14: Aperçu d'un capteur PIR : on peut voir quatre pyrocapteurs et la structure typique des lentilles	24
		Graphique 15: Paramétrage de la zone de détection par une vis de réglage et des clips de recouvrement.....	24
		Graphique 16: Un capteur HF optimisé pour la détection en mouvement.....	25
		Graphique 17: La haute fréquence détecte même à travers les murs fins.....	25

Graphique 18: Le vrai détecteur de présence - True Presence® de Steinel	26	détection d'un capteur PIR.....	35
Graphique 19: Les ultrasons remplissent toute la pièce et détectent également ce qui se trouve derrière les objets ..	27	Graphique 29: Détecteur de mouvement tel qu'ici le B.E.G. Les Luxomat RC-plus 280 disposent de plusieurs secteurs dont la portée peut être ajustée individuellement. En plus de cela, les sources de perturbations telles que les arbres ou les buissons peuvent être masqués avec des caches.	36
Graphique 20: Capteurs avec des ouvertures pour l'émission de signaux ultrasoniques	27	Graphique 30: Le paramétrage de la valeur de luminosité est fait par ex. au moyen d'un potentiomètre.....	45
Graphique 21: Un capteur à image détecte l'image infrarouge de la pièce et l'analyse.	28	Graphique 31: Potentiomètre pour paramétrer la durée de postfonctionnement	45
Graphique 22: Les capteurs à image offrent la possibilité de compter les personnes.....	28	Graphique 32: Schéma de câblage d'un détecteur de mouvement avec sortie relais.....	45
Graphique 23: Le capteur PIR ne détecte pas le mouvement à travers les murs en verre. Ainsi, il est très adapté pour les bureaux à vitrage.....	31	Image 33: un relais libre de potentiel est à disposition pour le contrôle d'installations HVAC.....	46
Graphique 24: Exemple d'un capteur pour des hauteurs de montage de jusqu'à 16 m à capteur de luminosité pour une mesure de luminosité optimale.....	32	Graphique 34: Paramétrage de la durée de postfonctionnement HVAC, après 30 minutes de retardement pour le démarrage	46
Graphique 26: Exemple illustré des zones de détection de la technologie HF en montage mural et au plafond	34	Graphique 35: Le modèle de planification « La lumière à la maison » répond aux exigences résultant de l'utilisation et du fonctionnement avec ces trois piliers : la lumière du jour, l'éclairage, et le contrôle. Cela mène à l'utilisation souhaitée en matière de tâches visuelles, de sécurité, d'efficacité, et	
Graphique 25: Réglage de la portée des pyrocapteurs avec un potentiomètre.	34		
Graphique 27: Diagramme de détection d'un détecteur de présence à 360 ° ..	35		
Graphique 28: Les clips de couverture permettent de délimiter la zone de			

de coûts.	52
Graphique 36: Logo sensNORM	56
Graphique 38: Le diagramme polaire représente les résultats de mesure de la détection tangentielle (bleu) et radiale (orange) d'un détecteur de plafond.....	56
Image 37: la zone de détection d'un capteur est mesurée dans la salle de mesure à l'aide d'un mannequin standardisé.....	56
Graphique 40: Évaluation sous forme de grille d'une mesure de la présence d'un capteur de plafond. Les zones vertes représentent la détection de présence, aucune détection de présence n'a eu lieu dans les zones rouges.	57
Graphique 39: Bras de mannequin pour la mesure de la zone de présence.....	57
Graphique 41: Exemple d'une planification dans RELUX à capteur IR Quattro de STEINEL (vue de côté).....	Fehler!
	Textmarke nicht definiert.
Graphique 42: Exemple d'une planification dans RELUX à capteur IR Quattro de STEINEL (vue du dessus)	59