Ventilation
Solutions innovantes

La ventilation peut aussi devenir un terrain fertile pour expérimenter des solutions innovantes qui puissent réduire les coûts et maximaliser l'efficacité. Dans le cadre du projet Modul'Air une étude a mis en évidence des alternatives valables aux systèmes plus classiques. Le projet deviendra un laboratoire pour la comparaison de différentes solutions appliquées au même immeuble.

Modul'Air | Rénovation préfabriquée et partenariat d'innovation

Le lien avec le projet *Prio-Climat*

Dans le cadre des initiatives Living Labs[1] une réflexion toute particulière est menée afin d'expérimenter **des solutions innovantes pour la ventilation mécanique**. En particulier, les recherches conduites au sein du projet Prio-Climat ont été la base pour la réflexion sur la ventilation de Modul'Air.

L'objectif principal du projet Prio-Climat[2] est d'optimiser la stratégie de rénovation des logements sociaux du Foyer Anderlechtois afin d'améliorer la qualité de l'air en trouvant des solutions innovantes particulièrement adaptées à des travaux de rénovation. Quinze maisons avec des systèmes de ventilation différents ont été sélectionnées afin de mettre en place une campagne de monitoring. Le but était de pouvoir comparer l'efficacité de leur ventilation et la qualité de l'air intérieur. Certaines maisons étaient déjà rénovées avec des systèmes de ventilation classiques[3] et d'autres encore à rénover (manque de ventilation). Cette recherche préalable a permis d'avoir des données de référence pour entamer une nouvelle réflexion sur des systèmes innovants mieux adaptés à la rénovation. Une série de propositions ont pu être testées par simulations numériques. En particulier deux solutions innovantes ont été retenues et mise en pratique sur des maisons au sein du projet Prio-Climat.

Dans le **'système D cascade'** (Figure 1) l'alimentation mécanique n'est pas faite dans toutes les pièces. Notamment le séjour est alimenté indirectement par un transfert d'air depuis les chambres. Cette solution permet d'épargner les coûts des conduits pour l'alimentation du salon en réduisant les dérangements liés au chantier en lieu occupé.

Dans le cadre du **'système C hall'** (Figure 2), un seul point d'alimentation naturelle est prévu : dans le hall d'entrée. En revanche des extractions mécaniques sont placées dans les autres pièces. A la différence d'un système C classique où les extractions se trouvent uniquement dans les pièces humides (cuisines et salle de bain), dans ce système les chambres et les pièces sèches disposent également d'une extraction mécanique.

[1] https://www.livinglabs-brusselsretrofit.be/fr/

[2] https://www.livinglabs-brusselsretrofit.be/fr/prio-climat_fr/

[3] Par système de ventilation classique, on fait principalement référence au système C (extraction mécanique de l'air et alimentation naturelle) et au système D (extraction et alimentation mécaniques)

Cette solution permet de réduire la sensation de froid causée par les grilles de ventilation naturelle. En revanche le nombre d'extractions mécaniques est plus élevé.

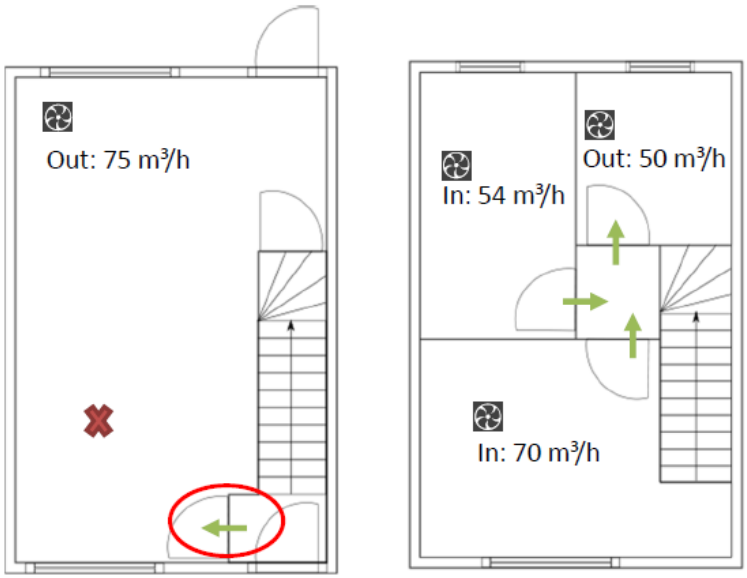

Figure 1 système D cascade

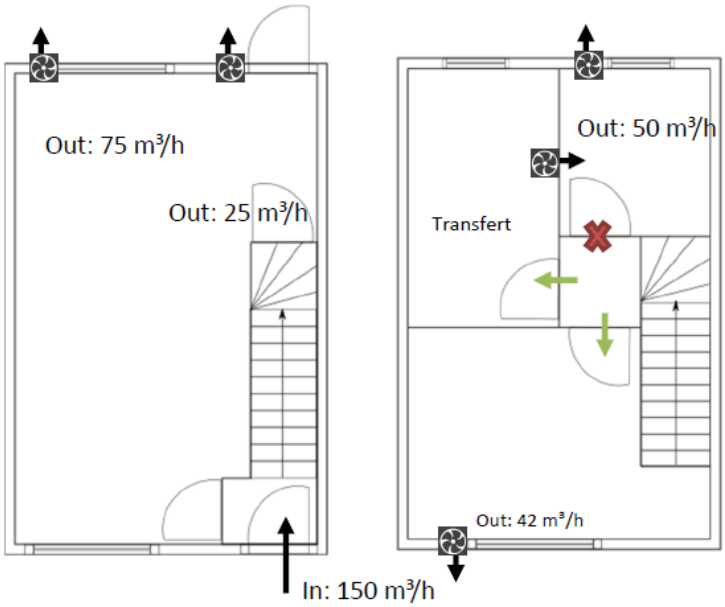

Figure 2 système C hall

La réflexion dans le cadre de Modul'air

A partir des résultats du projet Prio-Climat, une réflexion sur les concepts de ventilation applicable au projet Modul'Air a été étudiée par Buildwise. Les appartements du projet Modul'Air se caractérisent par une standardisation de la disposition des pièces : les pièces sèches (salon et chambre) sont situées en façade avant alors que les pièces humides (cuisine, WC et salle de bain) se trouvent à l'arrière du bâtiment. Cela a permis de **réaliser des simulations numériques sur un appartement type** qui sont ensuite facilement extrapolables sur le reste du bâtiment.

Les études numériques ont premièrement simulé les systèmes de ventilation classiques afin de pouvoir les comparer avec différents types de solutions innovantes. Les concepts de ventilation « cascade » et « hall » développés dans le projet Prio-Climat et brièvement abordées ci-dessus, ont été appliqué pour des solutions entièrement mécanisées (système D) et pour des solutions avec une alimentation naturelle et une extraction mécanique (système C). On rapporte ci-dessous deux exemples.

Le **'système C cascade'** (Figure 3) prévoit une seule grille d'amenée d'air naturelle dans la chambre. Une série de grilles de transfert alimentent les pièces à l'arrière qui sont équipées d'extracteurs mécaniques. Le salon est alimenté en air frais par un ventilateur de transfert. L'avantage de ce système par rapport à un système C classique (alimentation naturelle dans la chambre et le séjour) est que la régulation est plus facile et le débit de conception réduit. En autre, cela diminue l'inconfort lié à l'arrivée d'air extérieure dans le salon (courant d'air et bruit). En revanche un point d'attention devrait se faire sur le bruit du ventilateur de transfert. La régulation du système pourrait passer par des détecteurs de présence dans le wc et des détecteurs d'humidité dans la salle de bain et la cuisine. Une régulation supplémentaire sur base du CO2 dans la chambre par exemple est nécessaire. Le ventilateur de transfert entre la chambre et le salon pourrait être régulé par un détecteur de CO2 situé dans le séjour.

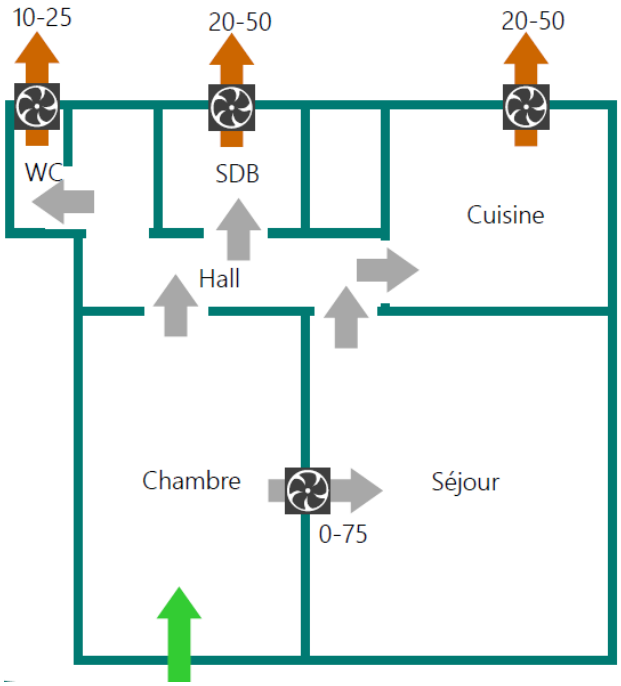

Figure 3 système de ventilation "C à cascade"

Le **'système C zonal avec OAR[4] motorisées'** (Figure 4) prévoit une alimentation avec des ouvertures motorisées dans le salon et la possibilité de motoriser également l'ouverture d'alimentation de la chambre. Les pièces humides disposent d'une extraction mécanique. Le transfert d'air frais est fait par le hall central de l'appartement avec des grilles de transfert non motorisées. La chambre et le séjour peuvent être équipés d'un senseur CO2. Par rapport à un C classique, cette solution permet d'avoir un meilleur contrôle sur la qualité de l'air et la régulation du débit. Cependant le système demande l'installation de plus de composantes (ouvertures motorisées non seulement dans les pièces humides mais également dans les pièces sèches).

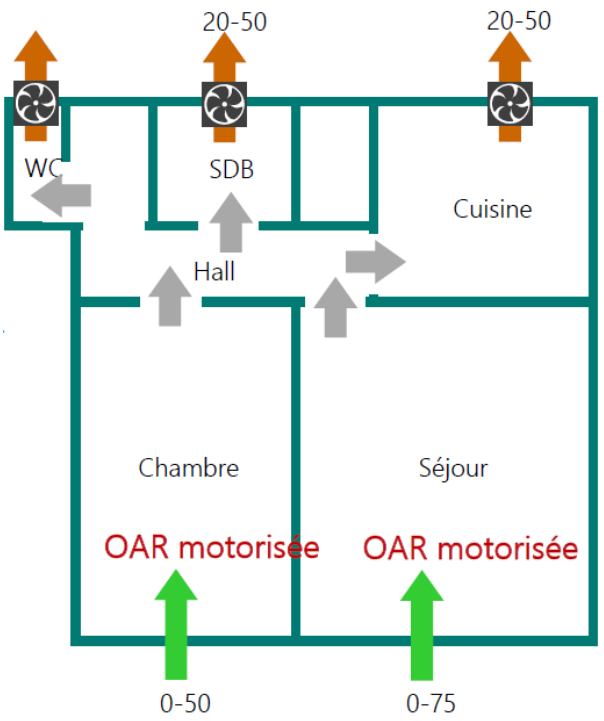

Figure 4 système C zonal avec OAR motorisées

Les solutions initiales proposées par les consortia pour le bâtiment Dumont

Au tout début de la phase de recherche et développement du partenariat d'innovation, les solutions de ventilation simulées pour le projet Modul'Air ont été présentés aux consortia. Cette présentation pouvait servir comme base pour le développement de leur **concept initial** (voir **Fiche II**). Au terme de la phase de faisabilité, chaque consortium a présenté son ébauche de solution innovante pour la ventilation.

Proposition initiale 1 – ventilation naturelle hybride avec mur trombe

Le premier consortium a choisi une solution originale qui visait à minimiser les interventions de maintenance et de nuisance acoustiques, tout en privilégiant un système de ventilation naturel hybride. Il s'agissait d'un système de ventilation de type A (extraction et amené d'air naturel par des grilles) avec la possibilité de fonctionner en système hybride et dès lors de passer en Système D sans récupération de chaleur. La ventilation naturelle est assistée par l'effet de tirage thermique produit par la cheminée solaire débordante de la façade (Figure 5).

[4] OAR = ouvertures d'alimentation réglables

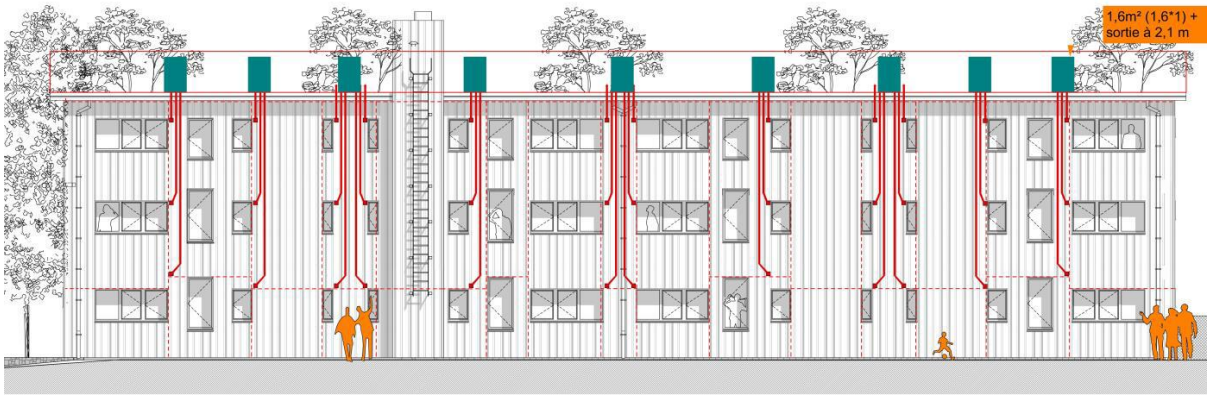

Figure 5 Chemin de gaines de ventilations et cheminées solaires

L'air est préchauffé en façade sud par **des murs trombe[5] individualisés par logement**. La circulation intérieure de l'air se fait classiquement : introduction par les pièces dites sèches, transfert dans les circulations et évacuation par les pièces humides (Figure 6).

Figure 6 Murs trombe pour le réchauffement de l'air

Le consortium prévoyait une régulation manuelle pour les amenées et une bouche mécanique basse pression sensible à l'humidité relative pour l'extraction. Une sonde CO2 alerterait l'occupant quand le taux de CO2 sont dépassés dans les pièces sèches. Pour la variante hybride, le consortium proposait une régulation sur les amenées d'air par analyse des taux CO2 avec une possibilité d'intervention de l'utilisateur pour activer ou désactiver ceux-ci. Le ventilateur d'extraction en toiture sera alors couplé au système de régulation de l'appartement afin de garantir un équilibre au sein de l'appartement.

Proposition initiale 2 – ventilation système D non régulé et système C décentralisé

Le deuxième consortium a étudié plusieurs systèmes de ventilation. Il a privilégié des solutions visant à réduire les coûts de maintenance et l'intervention du maitre d'ouvrage. Deux possibilités ont été retenues initialement :

1) Système D non régulé

La ventilation est assurée par un système double flux à récupérateur de chaleur où le débit n'est pas régulé. Ainsi chaque appartement est ventilé en continu selon un débit prédéfini. Les bouches sont positionnées directement sur les façades et les gaines de ventilation intégrées dans l'épaisseur de la façade préfabriquée. La pulsion est en façade avant, l'extraction en façade arrière.

2) Système C régulé et décentralisé par pièce

[5] Un système de chauffage ou de climatisation basé sur un principe de circulation d'air naturel. Une surface vitrée est placée devant un mur et créé une coulisse. Dans cet espace vide, l'air réchauffé par le rayonnement solaire va naturellement s'élever, créant un mouvement d'air.

Des ventilateurs d'extractions sont intégrés dans les locaux humides. L'air vicié est directement extrait vers l'extérieur, sans réseau. L'air neuf est amené par des grilles en façade non motorisées. La régulation est assurée directement par le ventilateur qui varie son débit en fonction de sondes intégrées dans la bouche :

- WC : extraction constante
- Salle de bain : débit minimum en permanence et sondé d'humidité
- Cuisine : débit minimum en permanence et sondé de présence ou CO2

Analyse de solutions initialement proposées

La première solution a été jugée originale et innovante. La ventilation naturelle permet de garantir un coût de maintenance réduit et un confort acoustique pour les occupants. La solution du mur trombe tentait de résoudre l'inconfort de la température de l'amenée d'air dans le système A et C. La solution hybride avec cheminées solaires tentait quant à elle d'améliorer la qualité de l'air du système A. Malgré son originalité, cette solution a mené à plusieurs questionnements sur son fonctionnement. On peut par exemple citer la dépendance du système aux conditions météo : comment assurer le débit en manque de soleil (tirage solaire) ou la gestion de la surchauffe estivale ?

La deuxième proposition était en revanche moins originale, mais plus robuste. En effet, les solutions avancées par le deuxième consortium se rapprochaient fortement de systèmes dit 'classiques'.. La proposition du système C régulé et décentralisé par pièce réduit largement les intervenions à l'intérieur des logements. En revanche l'amenée d'air se fait à température extérieure, ce qui peut causer de l'inconfort pour l'occupant et génère des pertes thermiques. Cet inconvénient peut être résolu par le système D, qui reste cependant plus invasif, plus coûteux et demande plus d'entretien. En revanche, la configuration des pièces rend possible l'intégration des gaines dans la façade préfabriquée, ce qui permet la mise en place d'un système centralisé sans impacter davantage les occupants lors des travaux.

Le concept détaillé et la solution retenue pour la ventilation

Pour de raisons de dépassement d'enveloppe budgétaire, la solution architecturale et technique du consortium proposant une ventilation naturelle hybride (proposition 1) n'a pas pu se concrétiser davantage. **Seul le deuxième consortium a pu poursuivre la phase de recherche et produire un dossier de 'concept détaillé**.

Dans le dossier technique plus abouti, le deuxième consortium a recentré sa proposition autour du système C décentralisé, en proposant notamment d'asservir les bouches d'amenées d'air à l'occupation de l'appartement. Après discussion avec ABC, il a été décidé de mettre en œuvre trois systèmes de ventilation très différents au sein du même bâtiment, afin de pouvoir juger de leur efficacité respective et d'analyser le ressenti des occupants. **Trois systèmes de ventilation ont donc été retenus et seront co-existants dans le bâtiment rénové** : un système C classique, C zonal et un système D régulé. Le bâtiment sera segmenté selon ces trois systèmes, en respectant l'organisation reprise à la Figure 7.

3 appartements en système D régulé	Colonne A
3 appartements en système C décentralisé avec extractions et amenées d'air régulées	Colonne B
6 appartements en système C décentralisé avec extractions régulées	Colonnes C et D

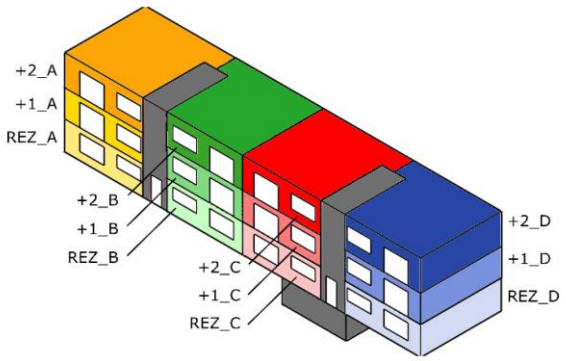

Figure 7 Segmentation du bâtiment et mise en place de différents systèmes de ventilation co-existants

Le système C classique

Le système C (extraction mécanique et alimentation naturelle) desservira 6 logements. Des extracteurs décentralisés sont intégrés dans les façades au niveau des locaux humides. Ils assurent un débit de renouvellement permanent. Les grilles d'amené d'air du système C seront installées en façade, car le projet ne prévoit pas un remplacement des châssis. Le gainage sera intégré dans les façades préfabriquées (Figure 8). Les ventilateurs situés dans la cuisine et dans la salle de bain sont équipés de sondes CO2 et le WC d'un détecteur de présence avec temporisation

Le système C zonal

Le système C zonal (extraction mécanique et alimentation naturelle) desservira également 3 logements. Les équipements pour l'extraction sont identiques au système C classique. En revanche, l'alimentation sera faite avec des amenées d'air régulées. L'amenée d'air naturelle du séjour sera munie d'un clapet qui ferme la bouche lorsque le local est inoccupé.

Le système D régulé

Le système D régulé (extraction et pulsion mécanique) desservira 3 logements (colonne A). Son groupe de ventilation double flux prévu en toiture est muni de silencieux sur les quatre connexions. Les conduits en toiture sont isolés et protégés des intempéries, celles verticales seront intégrées dans l'épaisseur de la façade (Figure 9). La régulation se fera au niveau de chaque logement par une sonde de CO2 dans le couloir. La sonde sera raccordée à l'installation électrique de l'appartement depuis une prise ou un interrupteur et au groupe de ventilation via un câble en goulotte (signal 0-10V). Le taux de CO2 sera mesuré au sein de chaque appartement, le taux maximum sera retenu et le groupe de ventilation adaptera son régime de fonctionnement (débit total).

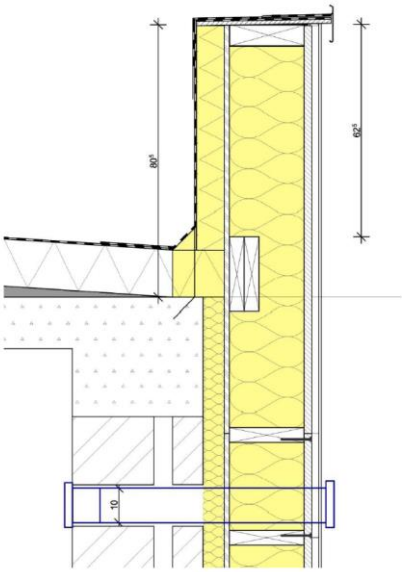

Figure 8 Coupe montrant l'intégration des gaines de ventilation pour le système décentralisé

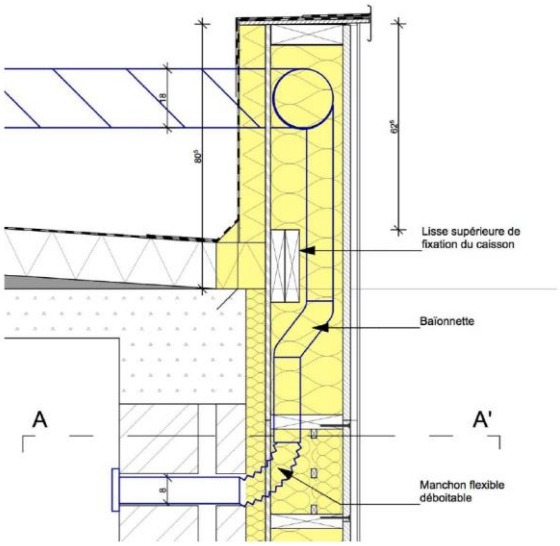

Figure 9 Coupe montrant l'intégration des gaines de ventilation pour le système centralisé

Enseignements et conclusions

La ventilation est un aspect qui mérite beaucoup de réflexion dans la démarche de rénovation. Elle est indispensable pour garantir le confort thermique et acoustique de ses occupants, mais représente un vrai défi au niveau de l'intégration à l'existant. Elle doit également assurer une facilité de maintenance en respectant des exigences budgétaires. Toutes les configurations étudiées ont des avantages et des inconvénients et la solution 'parfaite' n'existe pas. Bien que les solutions proposées restent proches des systèmes dit classiques, le projet Modul'Air offre une occasion intéressante de pouvoir tester trois systèmes différents et innovants sur le même immeuble sous les mêmes conditions.

Pour conclure, rappelons que beaucoup de réflexions sur le sujet de 'la ventilation en rénovation' sont synthétisées dans le document 'Systèmes de ventilation innovants pour les logements en rénovation (Innovation paper 41)' publié par Buildwise[6].

[6] https://www.buildwise.be/fr/publications/innovation-paper/41/

Les fiches

Les principaux enjeux liés aux projets sont synthétisés au sein de différentes fiches :

Fiche I : Le projet Modul'air et ses origines

Fiche II : Le partenariat d'innovation

Fiche III : Comprendre le bâtiment avant rénovation

Fiche IV : Solutions innovantes pour la ventilation

Fiche V : La solution préfabriquée retenue

Fiche VI : Réalisation d'un prototype

Buildwise

BRUSSELS RETROFIT LIVING LABS

La Région et l'Europe investissent dans votre avenir ! • Het Gewest en Europa investeren in uw toekomst!

RÉGION DE BRUXELLES-CAPITALE
BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST

Union Européenne
Fonds Européen de Développement Régional
Europese Unie
Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling