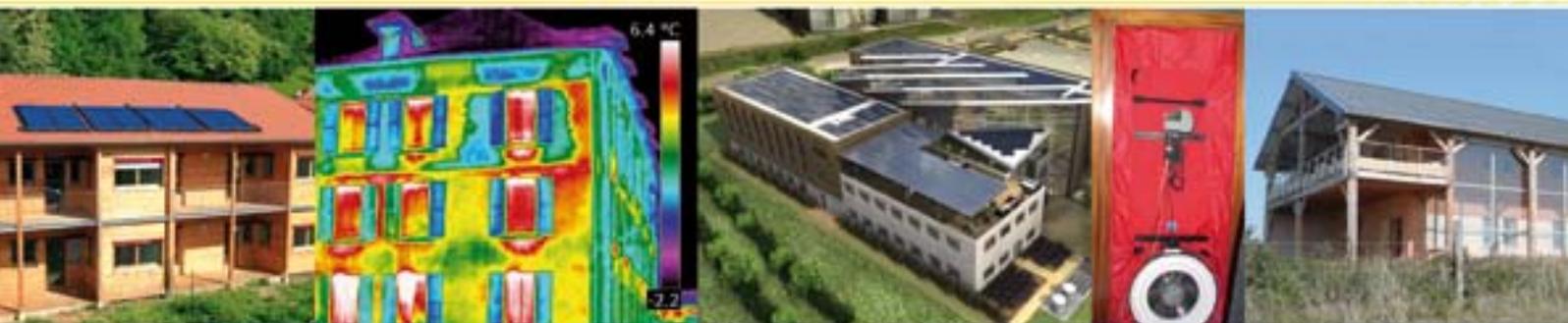


GUIDE À L'USAGE DES MAÎTRES D'OUVRAGE

# Étanchéité à l'air dans les logements collectifs et les bâtiments tertiaires



Document réalisé par :

# Contexte et objectif du guide

**Les contraintes liées aux changements climatiques et à l'épuisement des ressources impliquent une baisse très significative de la consommation des bâtiments aussi bien pour le neuf que pour la rénovation.**

Les premiers retours d'expérience montrent que la conception de bâtiments basse consommation nécessite une attention particulière et une approche globale et transverse de l'ensemble des acteurs. Entre autre, dans ces bâtiments, certains points qui étaient auparavant non significatifs prennent une part importante, et s'ils ne sont pas bien traités, peuvent entraîner non seulement des surconsommations mais aussi des désordres sur le bâti et des inconforts pour les usagers.

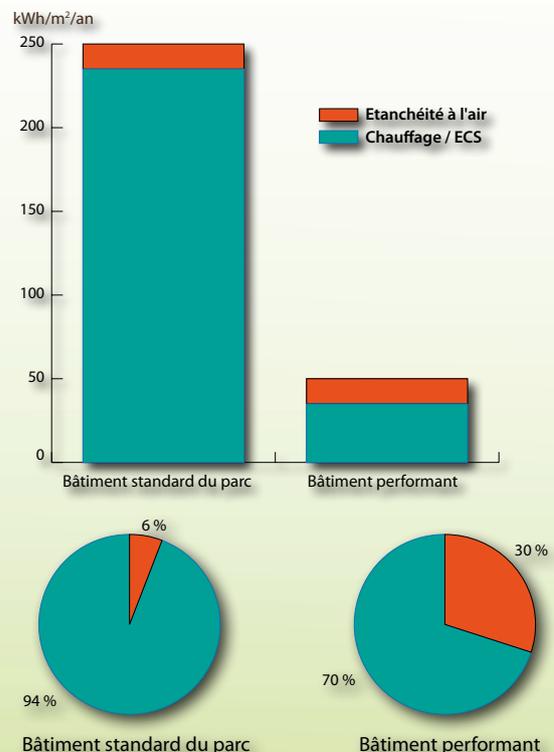
Ainsi, il apparaît que l'isolation doit impérativement être accompagnée d'un renouvellement d'air maîtrisé et d'une bonne étanchéité à l'air. Si l'isolation et le renouvellement d'air sont assez bien connus, la mise en œuvre d'une bonne étanchéité à l'air n'est pas sans poser quelques problèmes, notamment de conception et de coordination des différents corps de métier intervenant sur les chantiers (maçons, menuisier, électricien...).

Les formations des entreprises et des maîtres d'œuvre se multiplient mais il nous est apparu nécessaire de faire le point afin de permettre aux maîtres d'ouvrage de bien s'approprier cette nouvelle dimension.

Ce guide propose quelques pistes méthodologiques de démarche qualité, à l'usage des maîtres d'ouvrage. Il est issu des premiers retours d'ex-

périence recensés par IERA et Rhônalpénergie-Environnement et reprend également nombre d'éléments du CETE de Lyon qui bénéficie d'une longue expérience dans le domaine.

## Consommations énergétiques moyennes pour différents usages (kWh/m<sup>2</sup>.an)



## Sommaire

■ Contexte et objectif du guide .....	2
■ L'étanchéité à l'air : définitions et enjeux .....	3
● Renouvellement d'air et étanchéité à l'air .....	3
● Les unités utilisées .....	4
● Enjeux énergétiques .....	4
● Méthodologie du test d'infiltrométrie .....	5
● Objectifs et labels .....	5
■ Comment s'assurer d'une bonne étanchéité à l'air ? .....	6
■ Conclusion .....	11
■ Guides et documents complémentaires .....	11

## Remerciements

### Rédaction du document :

- A. Brechet, A. Guerle, S. Witon (AGEDEN),  
- L. Chanussot, JE. Mesmain (Rhônalpénergie-Environnement).

### Conseils, relecture :

- H. Hamadou (ADEME),  
- E. Combes, E. Masson, K. Renard (AGEDEN),  
- R. Carrie, D. Limoges (CETE Lyon).

Nous remercions également le CETE Lyon et EFFINERGIE pour la mise à disposition des illustrations.

Ce document est téléchargeable sur [www.raee.org](http://www.raee.org), Rubriques Publications.

### Illustrations et photos :

• Couverture : La petite Chartreuse, La Terrasse (38) © Photec - Thermographie infra rouge d'un bâtiment collectif © France Infra Rouge - La cité de l'environnement, Saint-Priest (69) © Studio Alban Perret - Test d'étanchéité à l'air effectué avec une porte soufflante ou blower door - Les jardins de cocagne, La Tour de Salvagny (69) © Les jardins de cocagne de l'Ouest - ALE Lyon  
• Intérieur : © CETE Lyon

# L'étanchéité à l'air : définitions et enjeux

## RENOUVELLEMENT D'AIR ET ÉTANCHÉITÉ À L'AIR : DEUX NOTIONS COMPLÉMENTAIRES

Ces deux notions ont des objectifs totalement différents et un moyen commun : la maîtrise des flux d'air.

### LE RENOUVELLEMENT D'AIR

Le renouvellement d'air a pour but de maîtriser la qualité de l'air intérieur d'une habitation chargée de polluants divers et de contrôler l'humidité.

Certaines études<sup>1</sup> ont prouvé, que dans certains cas, l'air intérieur était même plus pollué que l'air extérieur. Il est donc nécessaire de s'assurer d'une bonne ventilation des logements avec les arrivées d'air neuf qui doivent s'effectuer dans les pièces de vie telles que la salle à manger, les chambres et l'air vicié qui doit être évacué par la cuisine, la salle de bain et les WC.

Le renouvellement d'air consiste à gérer les échanges d'air de façon volontaire et régulée entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Les débits minimums à respecter pour chaque type de bâtiment sont réglementés. Il peut se faire grâce à une ventilation naturelle mais le plus souvent, on a recours à une ventilation mécanique contrôlée (VMC) pour assurer les débits réglementaires.

Le renouvellement d'air entraîne des consommations de chaleur pour réchauffer l'air entrant.

Pour bien gérer le renouvellement d'air, il faut s'assurer que l'air entre et sort uniquement par les orifices prévus à cet effet. Toute infiltration parasite peut être source de surconsommation et de dégradation du bâti si elle entraîne des condensations.

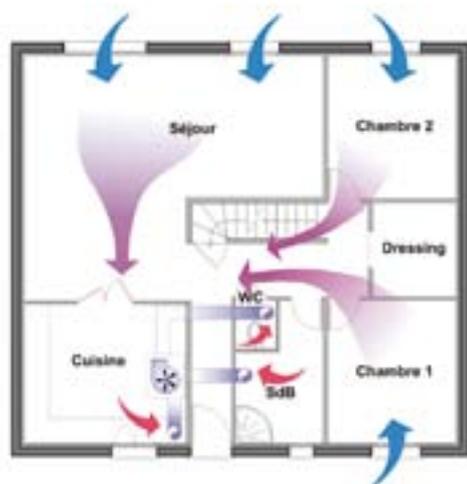
Pour limiter les consommations liées au renouvellement d'air, on peut avoir recours à une ventilation double flux. Les flux d'air entrant et sortant sont mécaniquement contrôlés et passent par un échangeur de chaleur dans lequel l'air entrant est préchauffé par l'air sortant avec un rendement théorique pouvant atteindre 90 %. Ici les infiltrations parasites sont sources d'une dégradation du rendement de l'échangeur puisque seule une partie du renouvellement d'air passe par ce dernier.

### L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

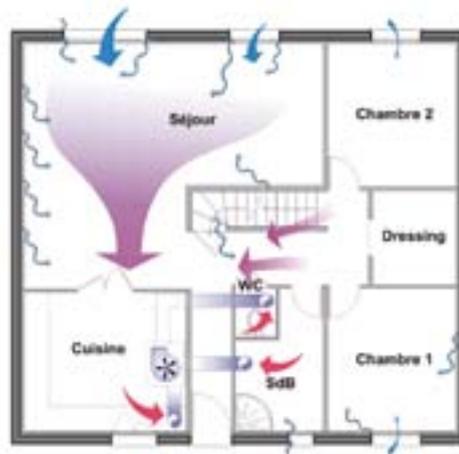
Elle consiste à empêcher les échanges d'air involontaires entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment. Elle ne doit pas contraindre la migration de la vapeur d'eau. L'étanchéité à la vapeur d'eau de la paroi dépend du système constructif utilisé. L'étanchéité à l'air du bâtiment ne concerne par uniquement l'enveloppe du bâtiment, mais également le réseau aéraulique assurant le renouvellement d'air, ce dernier point étant souvent oublié. Elle se réalise par la continuité d'une enveloppe étanche à l'air (film ou enduit d'étanchéité à l'air sur la face interne des murs) d'une paroi à l'autre, sans trous, fente ou interruption (maçonnerie, jonctions, fenêtres,...).

Un bâtiment, dont l'étanchéité à l'air est performante, et dont le renouvellement d'air est maîtrisé (par une VMC par exemple), sont deux éléments obligatoires pour atteindre les objectifs de qualité de l'air et de consommation énergétique.

### Modification des flux d'air due aux infiltrations



Situation idéale



Situation avec infiltrations parasites

Source : CETE de Lyon, « Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments, généralités et sensibilisation », octobre 2006.

<sup>1</sup>Voir le dossier de l'UFC Que Choisir - « Pollution de l'air intérieur : Constats et Positions » du 25 août 2009. Voir également l'observatoire de la qualité de l'air intérieur : [www.air-interieur.org](http://www.air-interieur.org)

# LES UNITÉS UTILISÉES

Pour permettre de mesurer l'étanchéité à l'air, deux principales méthodes sont utilisées :

> **LE  $Q_{4pa\_Surf}$**  (appelé parfois  $I_4$ ) représente

le débit de fuite sous 4 Pascals de dépression par unité de surface déperditive (parois extérieures hors plancher bas). Il s'exprime en  $m^3/h/m^2$ . Il est utilisé notamment pour la réglementation française RT 2005 et BBC-Effinergie.

- $Q_{4pa\_Surf} = V_{dot_{4pa}} / A_{Tbat}$  en  $m^3/h/m^2$
- $V_{dot_{4pa}}$  = Débit de fuite sous 4 Pa, et  $A_{Tbat}$  = Surface déperditive<sup>2</sup>, hors plancher bas

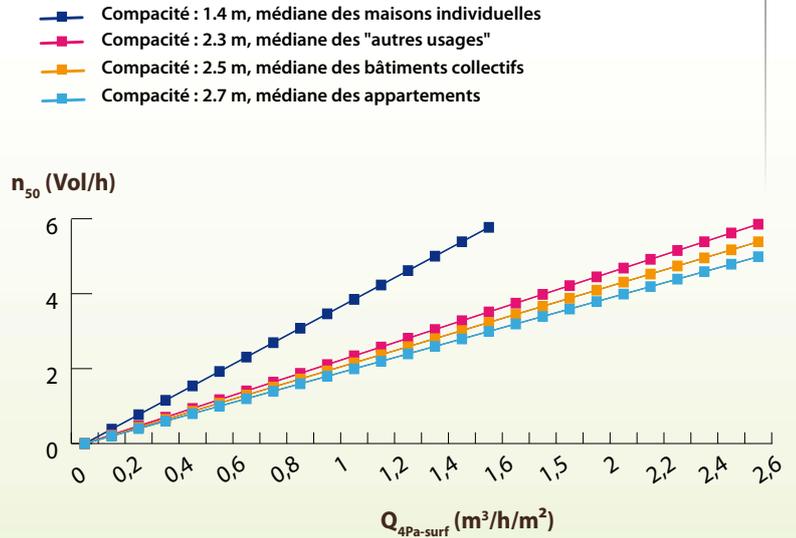
> **LE  $n_{50}$**  représente le débit de fuite sous

50 Pascals par rapport au volume chauffé. Il s'exprime en vol/h. Il est utilisé notamment pour les labels Passiv Haus et Minergie P.

- $n_{50} = V_{dot_{50pa}} / V$  en vol/h
- $V_{dot_{50pa}}$  = Débit de fuite sous 50 Pa, et  $V$  = Volume chauffé

Le passage de  $Q_{4pa\_Surf}$  à  $n_{50}$  s'effectue selon une formule faisant intervenir l'écoulement de l'air et la compacité du bâtiment.

Abaques :  $n_{50}$  en fonction de  $Q_{4pa\_surf}$  pour  $n = 2/3$



# ENJEUX ÉNERGÉTIQUES

Le graphique ci-contre fait varier en abscisse la qualité de l'étanchéité à l'air d'un même bâtiment BBC<sup>3</sup> selon l'étanchéité à l'air ( $Q_{4pa\_Surf}$ ).

La partie bleue de l'histogramme représente le besoin en chauffage dû à l'enveloppe du bâtiment de type BBC.

La partie orange représente les pertes d'énergies liées à l'air frais qui rentre pour le renouvellement d'air.

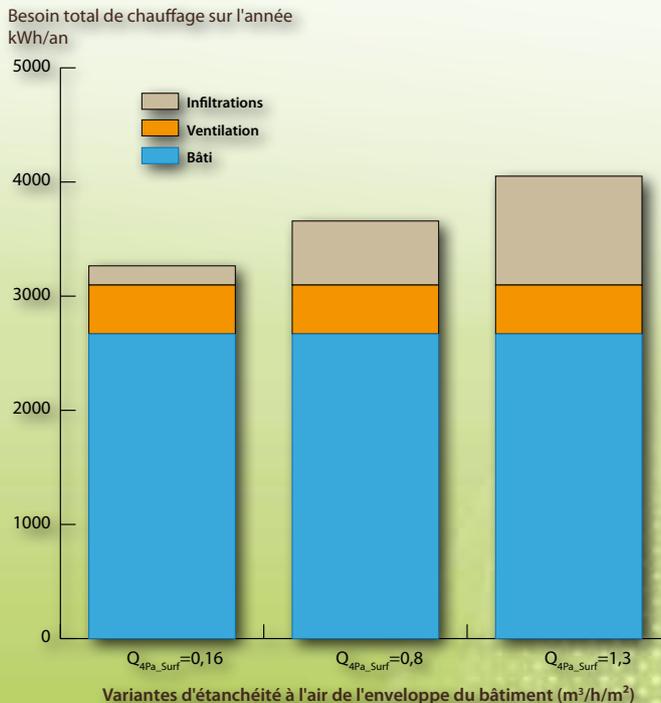
La partie marron, variable selon la performance de l'étanchéité, indique une estimation des pertes d'énergie liées à l'air froid rentrant par les infiltrations selon les hypothèses du CETE<sup>4</sup> de Lyon.

Il est à noter que, dans le cas d'une maison individuelle type BBC, si le traitement de l'étanchéité à l'air est mauvais ( $Q_{4pa\_Surf} = 1,3 m^3/h/m^2$  au lieu de  $0,8 m^3/h/m^2$ ), le besoin total de chauffage augmente de près de 12 %.

D'autres raisons peuvent être un facteur d'augmentation du besoin de chauffage :

- la perte de rendement de l'échangeur en cas de VMC double flux,
- l'augmentation de la consigne de température par l'utilisateur du logement afin de compenser un inconfort dû aux courants d'air,
- la diminution de la résistance thermique de certains isolants en présence d'infiltrations d'air.

## Impact de l'étanchéité à l'air sur le besoin total de chauffage d'un bâtiment de 110 m<sup>2</sup> type BBC



Dès lors, plus les besoins du bâtiment deviennent faibles et plus le traitement de l'étanchéité à l'air devient important. Déterminante pour les bâtiments BBC-Effinergie, l'étanchéité à l'air devient cruciale lorsque l'on parle de bâtiments passifs.

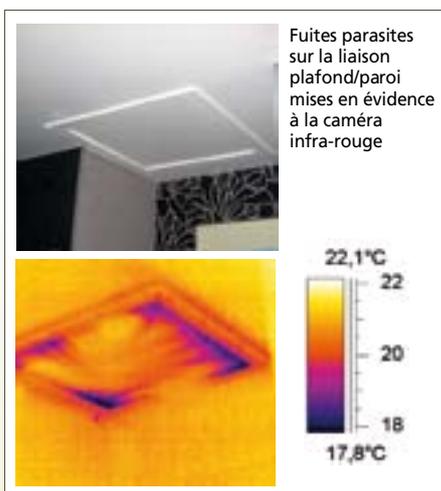
<sup>2</sup> Une paroi froide ou déperditive est une paroi en contact avec l'extérieur ou avec un local non chauffé.

<sup>3</sup> BBC : bâtiment basse consommation, consommation de 60 kWh/m<sup>2</sup>.an, en Isère (altitude <400m), au sens de la RT2005, soit des consommations de chauffage d'environ 30-35 kWh/m<sup>2</sup>.an.

<sup>4</sup> Cf. : « Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments - Généralités et sensibilisation » CETE Lyon.

# MÉTHODOLOGIE DU TEST D'INFILTROMÉTRIE

Le test de « l'étanchéité à l'air » ou « d'infiltrométrie » consiste à mesurer le débit d'air parasite à travers l'enveloppe, en ayant pris soin au préalable d'obstruer les bouches de ventilation réglementaires. Les principes de mesure et les règles d'échantillonnage ont été définis par le club perméabilité piloté par la DGALN<sup>5</sup> (MEEDDM<sup>6</sup>) et sont disponibles sur le site Effnergie.



## SPÉCIFICITÉ DES LOGEMENTS COLLECTIFS<sup>7</sup>:

La mesure globale de la perméabilité à l'air d'un bâtiment, telle que prévue dans la réglementation thermique, n'est pas toujours possible, dans le cas des bâtiments de logements collectifs, à cause de contraintes techniques et matérielles (présence d'une cage d'ascenseur communiquant avec les sous-sols, présence de gaines de désenfumage des paliers et des circulations d'étage pour les bâtiments classés vis à vis de la sécurité incendie, gaine de gaz donnant sur les circulations communes et paliers d'étage...). Dans ce cas, la mesure de la perméabilité par logement semble plus appropriée et accessible en terme de mise en œuvre mais la transposition à l'échelle du bâtiment doit être précisée.

## OÙ TROUVER LES ACTEURS DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

Depuis avril 2009, les tests liés à la labellisation Effnergie doivent être effectués par des opérateurs autorisés. Depuis janvier 2010, la DGALN gère la délivrance de l'autorisation. Elle s'appuie sur une commission qu'elle constitue à cet effet et sur l'avis d'experts. La liste à jour des opérateurs autorisés est disponible sur le site Effnergie. D'autres acteurs sont présents sur le marché et peuvent effectuer des tests hors labellisation. Ils doivent dans tous les cas respecter les normes et principes de mesures.

## OBJECTIFS ET LABELS

	Perméabilité par défaut RT 2005	Bâtiment justifié RT 2005	Effnergie neuf	Effnergie rénovation	PassivHaus	
Indice	$Q_{4pa\_Surf}$	$Q_{4pa\_Surf}$	$Q_{4pa\_Surf}$	$Q_{4pa\_Surf}$	$n_{50}$	$Q_{4pa\_Surf}$ équivalent
Logement individuel	1,3	0,8	0,6	Pas de valeur cible Valeur mesurée inférieure ou égale à la valeur utilisée par la calcul de consommation réglementaire	0,6	0,16*
Logement collectif, bureaux, hôtels, restauration, enseignement, petits commerces, établissements, sanitaires	1,7	1,2	1 (collectif) 1,7 (tertiaire)		0,6	0,28**
Autres usages	3	2,5	(Objectif : 1,7)			

\* Hypothèses  $n=2/3$  et  $V/A_{tbat}=1,4$  \*\* Hypothèses  $n=2/3$  et  $V/A_{tbat}=2,5$

En France, la Réglementation Thermique 2005 est peu contraignante concernant l'étanchéité à l'air. Néanmoins, une bonne étanchéité à l'air peut être valorisée puisque l'on peut changer la valeur par défaut et ainsi influencer sur le Cep (Consommation d'énergie primaire du bâtiment envisagé).

Les labels comme BBC-Effnergie ou Passiv Haus venant d'Allemagne montrent que l'exigence peut être beaucoup plus élevée.

Par exemple, les premiers retours d'expériences de mesures d'étanchéité à l'air menées par l'ADEME sur des bâtiments BBC (lauréats PREBAT) montrent que l'on peut atteindre une valeur  $Q_{4pa\_Surf}$  inférieure à 0,9 en logement collectif et en tertiaire.

Avec le développement de ces différents labels, l'étanchéité à l'air est de plus en plus prise en compte dans la conception et la réalisation des nouveaux bâtiments car elle est désormais identifiée comme un facteur prépondérant d'écart entre la consommation théorique et réelle du bâtiment. **C'est aussi le seul élément qui comporte une obligation de résultat pratique avec un test sur le bâtiment terminé.**

<sup>5</sup> Direction Générale de l'aménagement, du logement et de la nature.

<sup>6</sup> Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer

<sup>7</sup> Source Effnergie - "Règles techniques relatives au processus et à la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments neufs"

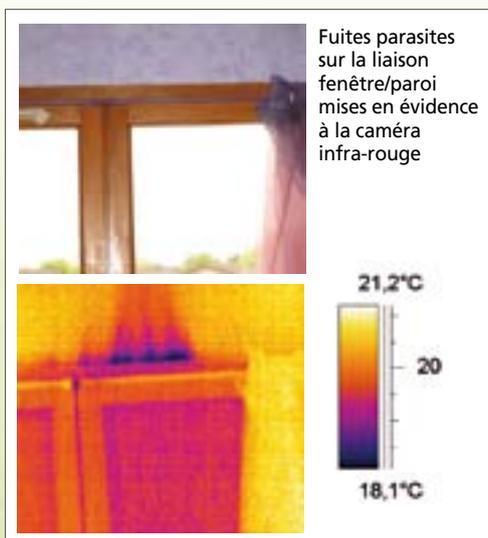
www.effnergie.org/site/Effnergie/TelechargementsReferentiels

# Comment s'assurer d'une bonne étanchéité à l'air ?

Après avoir défini les objectifs de l'étanchéité à l'air, la problématique pour le maître d'ouvrage est de s'assurer que tous les acteurs qui vont intervenir successivement à la réalisation du bâtiment parviennent à remplir les objectifs de l'étanchéité à l'air, objectifs transversaux aux différents lots.

Le retour d'expérience montre que la mise en œuvre d'une démarche qualité est indispensable pour réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux de ventilation. Cette démarche qualité doit couvrir toutes les phases du projet en respectant les étapes clés suivantes :

## EXIGENCES PHASE PAR PHASE



### 1/ LA PROGRAMMATION

Le maître d'ouvrage fixe le niveau de perméabilité souhaité et impose le contrôle de celle-ci par un test d'infiltrométrie. S'il ne sait quel niveau de performance demander, et qu'il souhaite obtenir une certification, il peut se reposer sur les exigences du label BBC-Effinergie. D'autres cadres de labellisation peuvent être utilisés comme Minergie ou PassivHaus.

NB: Attention, le passage d'un niveau d'exigence BBC-Effinergie à PassivHaus (près de 4 fois plus exigeant) impose des contraintes significativement plus grandes sur les produits et leur mise en œuvre.

### 2/ LE TRAVAIL DE L'ÉQUIPE DE MAÎTRISE D'ŒUVRE

Tant que les acteurs ne se sont pas appropriés pleinement cette dimension de l'étanchéité à l'air, il est primordial d'en rappeler les enjeux et la responsabilité à l'équipe de maîtrise d'œuvre. Le travail de l'équipe de conception, et de l'architecte en particulier, doit se faire en amont.

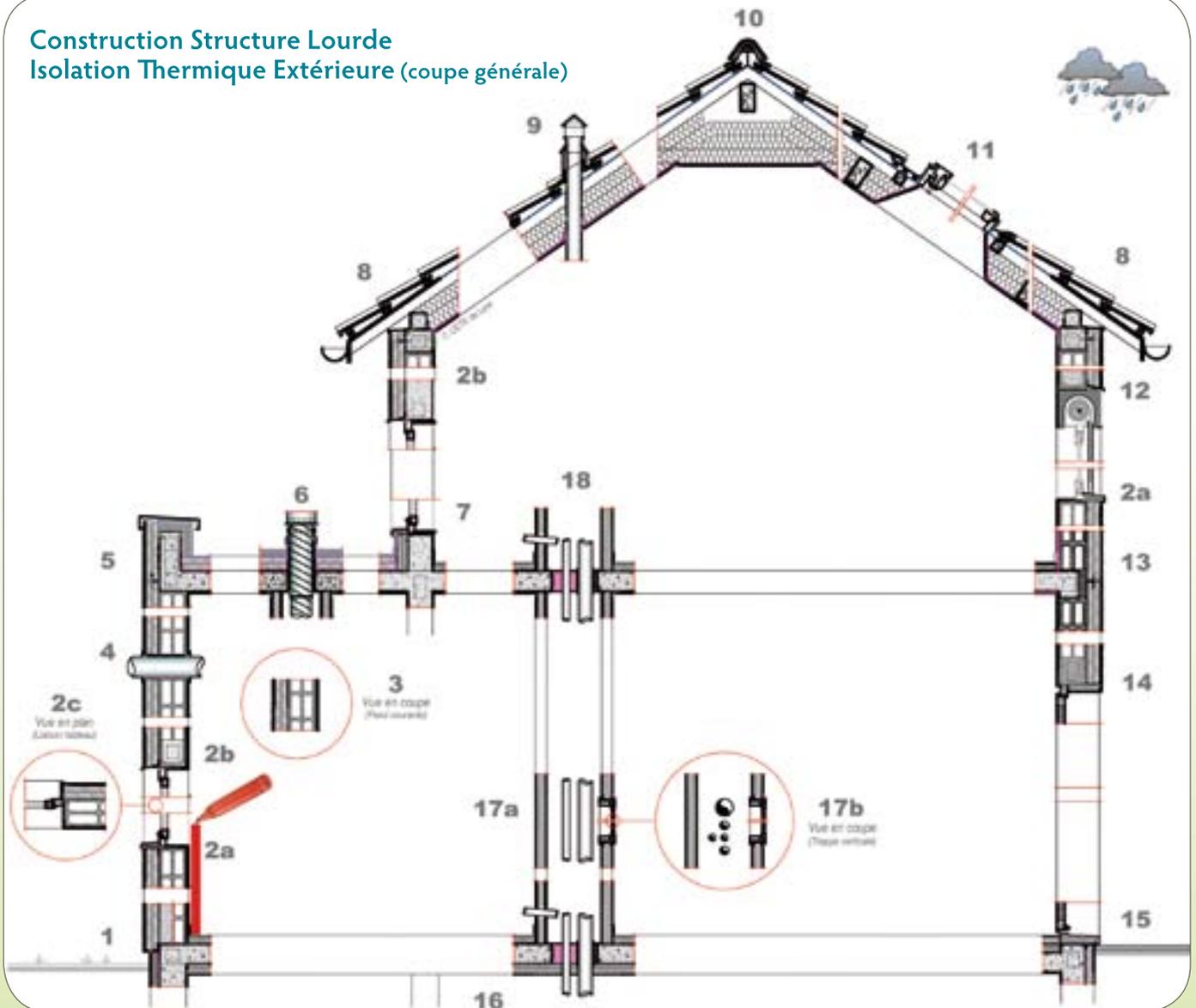
Il doit déboucher sur des carnets de détails et d'éléments de CCTP explicites, facilitant ainsi l'appropriation et l'exécution par les entreprises. Diverses formations sont aujourd'hui dispensées.

### 3/ LA SENSIBILISATION / FORMATION DES ENTREPRISES

Une première réunion préalable au démarrage du chantier avec l'équipe de maîtrise d'œuvre sera l'occasion de rappeler la nécessité d'une bonne interface entre tous les acteurs du chantier et l'importance d'une sensibilisation/formation préalable des entreprises et un suivi de chantier rigoureux.

Des formations à destination des artisans sont actuellement mises en œuvre par différents organismes, afin de sensibiliser un maximum de professionnels du bâtiment et peuvent être utilisées pour les acteurs d'un projet.

## Construction Structure Lourde Isolation Thermique Extérieure (coupe générale)



### Risque d'infiltration d'air !



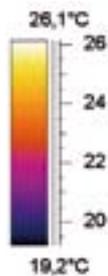
- Liaison Façade / Plancher
- Liaison Menuiserie / Mur extérieur
- Élément Traversant les parois
- Equipement électrique incorporé

### Les points de vigilance :

- 1 - Liaison Dalle du plancher bas / Paroi verticale
- 2a - Liaison Appui de menuiserie / Paroi verticale
- 2b - Liaison Linteau de menuiserie / Paroi verticale
- 2c - Liaison Tableau de menuiserie / Paroi verticale
- 3 - Paroi verticale courante
- 4 - Traversée de paroi verticale courante
- 5 - Liaison Plancher haut terrasse / Paroi verticale
- 6 - Traversée du plancher haut terrasse
- 7 - Liaison Porte fenêtre / Paroi verticale
- 8 - Liaison Toiture inclinée / Paroi verticale
- 9 - Traversée de toiture inclinée
- 10 - Liaison Paroi inclinée / Faux-plafond faîtage
- 11 - Liaison Paroi inclinée / Fenêtre de toiture
- 12 - Liaison Coffre de volet roulant / Paroi verticale
- 13 - Liaison Plancher intermédiaire / Paroi verticale
- 14 - Liaison Linteau bloc porte d'entrée / Paroi verticale
- 15 - Liaison Linteau bloc porte d'entrée / Seuil maçonné
- 16 - Traversée de plancher bas sur Sous-sol ou Vide sanitaire
- 17a - Liaison horizontale gaine technique / Trappe d'accès
- 17b - Liaison verticale gaine technique / Trappe d'accès
- 18 - Traversée de cloison technique et de plancher intermédiaire



Fuites parasites sur un tableau électrique mises en évidence à la caméra infra-rouge



Fuites parasites sur les prises électriques mises en évidence à la caméra infra-rouge



Porte soufflante utilisée pour le test d'étanchéité à l'air

## 4/ LA CONCEPTION

C'est à la conception que les solutions d'étanchéité à l'air doivent être vues. Celles-ci ne peuvent en aucun cas être laissées aux seuls artisans chargés de l'exécution, encore moins si aucune réflexion n'a été engagée lors de la conception.

Les détails techniques des raccordements sensibles – par exemple la liaison mur/menuiseries – doivent être tous bien décrits et détaillés pour être pris en compte efficacement et éviter les risques d'infiltrations à ces endroits.

Par exemple, dès la phase Avant Projet Détaillé (APD), ne pas hésiter à demander à l'équipe de maîtrise d'œuvre les détails constructifs des éléments traversant l'enveloppe chauffée du bâtiment.

A cette étape, il est notamment utile de se référer aux fiches des détails constructifs publiées par le CETE de Lyon<sup>8</sup> pour 4 types de construction (Isolation par l'intérieur, isolation par l'extérieur, isolation répartie, structure bois). Ces fiches sont de véritables check-lists de bonne conception ; elles doivent être adaptées au cas spécifique de chaque projet. Elles constituent l'outil indispensable pour une meilleure compréhension des solutions à mettre en œuvre pour chaque cas particulier.

La coupe de synthèse page 7 montrant les «18 points de vigilance» génériques aux différents types constructifs, permet de visualiser les points qui nécessiteront des croquis de détails de la part de la maîtrise d'œuvre.

## 5/ AVANT LE CHANTIER : LA SENSIBILISATION DES ENTREPRISES

Il faut s'assurer de l'organisation, par l'équipe de maîtrise d'œuvre, d'une réunion de sensibilisation des entreprises avant le démarrage du chantier. Elle permet à minima de vérifier que les entreprises ont bien lu les CCAP/CCTP<sup>9</sup> et que les limites de responsabilités sont claires. C'est un moment privilégié qui permet de rappeler les enjeux, les attendus et les points sur lesquels elles seront surveillées. Ceci également dans le but d'établir une relation de confiance entre les entreprises et le maître d'œuvre.

Cette réunion peut se faire en deux phases : une première où elles sont convoquées une par une, et une seconde où elles sont présentes ensemble afin de rappeler l'importance d'une bonne interface entre tous les acteurs du chantier pour la réalisation de cet objectif global.

C'est à l'occasion de ces réunions que les documents d'exécution, les carnets de détail, doivent être présentés et commentés entre les différents acteurs notamment pour clarifier les interfaces entre les entreprises (par exemple maçonnerie/menuiserie...), tant sur les exigences techniques que sur l'ordre d'intervention des artisans.

La remise d'un livret de sensibilisation expliquant les enjeux est également un bon exemple à retenir.

## 6/ LA RÉALISATION

Dans la continuité de la réunion de sensibilisation des entreprises en phase pré-chantier, la tenue d'une réunion de rappel, au démarrage du chantier, peut s'avérer nécessaire dans la mesure où les personnes présentes durant les phases de sensibilisation précédentes ne sont pas forcément celles qui seront présentes sur le chantier.

Par la suite, un suivi rigoureux du chantier, par l'équipe de maîtrise d'œuvre, est une des clés principales de réussite. Ce suivi permet de s'assurer du respect des détails d'exécution élaborés en phase conception.

De même, une phase de « réception des interfaces » en présence des entreprises et de l'équipe de maîtrise d'œuvre en charge de l'étanchéité à l'air peut être une bonne garantie de résultat.

<sup>8</sup> Carnet de détails du projet MININFIL, PREBAT-ADEME, CETE Lyon : [www.cete-lyon.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id\\_rubrique=218](http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr/rubrique.php3?id_rubrique=218)

<sup>9</sup> CCAP = Cahier des Clauses Administratives Particulières/CCTP = Cahier des Clauses Techniques Particulières

Lors de la pose des menuiseries, un autocontrôle d'étanchéité à l'air peut être effectué par l'entreprise. Désormais, des appareils de mesures pour les ouvertures sont disponibles sur le marché. Le résultat de la mesure de ce contrôle devant être transmis au référent étanchéité à l'air. D'une manière générale cet autocontrôle est générateur d'économie car la reprise immédiate d'un détail est bien souvent moins onéreuse qu'une reprise globale plus tardive.

Pour aider dans ce sens, un « tableau de bord de mise en œuvre des points de vigilances » permettant un suivi de l'ensemble des prestations concernées, pourra être établi en concertation avec la maîtrise d'œuvre. Un exemple de tableau de bord est disponible sur demande auprès de Rhônalpénergie-Environnement et de l'AGEDEN.

## 7/ VÉRIFICATIONS / CORRECTIONS / TESTS INTERMÉDIAIRES

Un test intermédiaire dès que le bâtiment ou une partie de celui-ci est hors d'eau/hors d'air, d'un premier logement témoin par exemple, avant pose du second œuvre, est fortement conseillé. Il est l'occasion d'échanger sur la qualité de la réalisation de l'étanchéité à l'air avec l'ensemble des entreprises des lots concernés et permet de corriger les éventuelles erreurs avant les finitions.

Toutes les anomalies constatées au cours du test intermédiaire et, a fortiori, du test final de réception du bâtiment devront impérativement être reprises par les entreprises concernées. Ces points incontournables sont à spécifier très clairement dans les documents CCAP/CCTP pour éviter les risques de malentendus.

Cela implique également pour le maître d'ouvrage de devoir assumer certaines conséquences sur le planning de l'opération, en cas de malfaçons détectées trop tardivement.

## 8/ TEST FINAL / RÉCEPTION

L'ensemble des dispositions prises au cours du chantier – sensibilisation, étapes de contrôle intermédiaire, suivi régulier – participe à la réussite du test final d'étanchéité à l'air et, à défaut, à limiter les reprises à envisager. Les reprises sont de la responsabilité des entreprises comme indiqué au paragraphe précédent.

La levée des réserves ne doit se faire, dans le cas d'une labellisation, que lorsque le test final est réussi.

## 9/ UN MANUEL À L'ATTENTION DES USAGERS DU LOGEMENT

La réalisation d'un manuel de sensibilisation<sup>10</sup> lors de la transmission du logement à de nouveaux propriétaires/locataires permet de limiter les écarts de consommations par rapport aux valeurs théoriques/constatées par une mauvaise utilisation du logement. Leur sensibilisation à la problématique de l'étanchéité à l'air, afin d'éviter que les occupants ne percent une paroi par méconnaissance de cette qualité de leur logement, est un point important de ce manuel.

Les modèles pour ce type de document manquent encore, mais quelques exemples intéressants commencent à apparaître.

L'organigramme des processus (cf. page 10) synthétise les attendus par phase et par acteur. Cet organigramme est bien adapté aux besoins du maître d'ouvrage.

Le détail de chacun des attendus de cet organigramme est également repris dans des fiches disponibles dans le même guide du CETE de Lyon. Ces fiches s'adressent à tous les acteurs professionnels du projet, et ne sont pas spécifiquement dédiées aux maîtres d'ouvrage.

## POSSIBILITÉ D'UN ACCOMPAGNEMENT À MAÎTRISE D'OUVRAGE À L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Si les compétences du maître d'ouvrage nécessitent d'être renforcées lors de la réalisation des premières opérations de ce type, l'équipe peut être enrichie d'un accompagnement étanchéité à l'air (attention à ne pas faire doublon avec la compétence de la maîtrise d'œuvre). Cette compétence peut être intégrée dans une compétence plus large d'AMO Qualité Environnementale du Bâtiment.

Il peut être intéressant d'étendre le cadre de la mission de cet AMO au transfert de compétences aux membres de l'équipe afin de les rendre pleinement opérationnels sur des réalisations ultérieures.

## LA CERTIFICATION

Comme cela a été précisé, la certification peut être un outil intéressant pour le maître d'ouvrage afin de fixer des objectifs clairs et d'apporter à la fois un contrôle externe et une garantie de résultats sur la qualité globale du bâtiment, sa consommation d'énergie et l'étanchéité à l'air.

Demander une certification du projet dès le programme permet de garantir que l'attention nécessaire sera portée au fil du projet.

Elle permet, en outre, d'accéder à certaines aides qui lui sont conditionnées (crédits d'impôt sur les intérêts d'emprunt pour l'acquisition d'un logement par exemple, cf. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)).

Toutes les informations sur la labellisation BBC Effinergie et les organismes certificateurs qui la délivrent sont disponibles sur le site Effinergie ([www.effinergie.org](http://www.effinergie.org)).

<sup>10</sup> Exemple de manuel réalisé par l'OPAC38 disponible sur : [http://pageflip.3c-e.com/opac38/e-motionbook.php?key=&nameCat=le\\_kedros&lang=fr](http://pageflip.3c-e.com/opac38/e-motionbook.php?key=&nameCat=le_kedros&lang=fr)

# ORGANIGRAMME DES EXIGENCES DU MAÎTRE D'OUVRAGE ENVERS LES ACTEURS DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

	Programme	Conception	Dossier Consultation Entreprises	Réalisation	Réception	Mise en service/ maintenance
<b>Maître d'ouvrage (Acteur: exigences internes)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formaliser les objectifs de performance de l'opération.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Validation du document PROJET et du carnet de détail intégrant les exigences d'étanchéité à l'air à l'issue de cette phase.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi des étapes du guide pour les parties avant chantier.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suivi des étapes du guide pour les parties en cours de chantier;</li> <li>Assister aux réunions intermédiaires;</li> <li>Tests intermédiaires et finaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'assurer de l'atteinte des objectifs prévus au programme suite au test d'étanchéité à l'air;</li> <li>S'assurer de la fourniture des documents DOE<sup>11</sup> et DIUO<sup>12</sup>.</li> </ul>	
<b>Architecte (Maître d'œuvre)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander les documents prouvant la continuité de la prise en compte de l'étanchéité à chaque phase (APS, APD, PRO<sup>13</sup>);</li> <li>Demander le carnet de détail concernant le traitement de toutes les liaisons sensibles en phase PRO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander le carnet de détail du traitement des liaisons sensibles ainsi que la description technique pour chaque lot et la présence de l'exigence d'étanchéité dans le cahier des prescriptions communes;</li> <li>Demander les modalités de contrôle en cours de chantier et à la réception pour chaque lot;</li> <li>Demander une réunion préalable au chantier pour échange technique avec les entreprises de chaque corps de métiers; puis en groupe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander le carnet de détail du traitement des liaisons sensibles ainsi que la description technique pour chaque lot et la présence de l'exigence d'étanchéité dans le cahier des prescriptions communes;</li> <li>Demander les modalités de contrôle en cours de chantier et à la réception pour chaque lot;</li> <li>Demander une réunion préalable au chantier pour échange technique avec les entreprises de chaque corps de métiers; puis en groupe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander une réunion intermédiaire avec les entreprises des lots concernés suite à la réalisation d'un premier logement témoin, pour échanger sur la qualité de la réalisation de l'étanchéité à l'air en fonction des résultats du 1er test d'étanchéité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander à faire un contrôle à la réception ainsi que des corrections si nécessaire;</li> <li>Fourniture des documents DOE<sup>11</sup> et DIUO<sup>12</sup>.</li> </ul>	
<b>BE Fluides</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Demander l'évaluation de l'impact énergétique de la perméabilité à l'air sur le bâtiment et les réseaux de ventilation.</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>Fourniture des documents DOE<sup>11</sup> et DIUO<sup>12</sup> au maître d'œuvre.</li> </ul>	
<b>Entreprises</b>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Engagement des entreprises sur les exigences de l'étanchéité à l'air;</li> <li>Assister aux réunions préalables de sensibilisation/formation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Assister aux réunions intermédiaires;</li> <li>Réception des interfaces;</li> <li>Tests intermédiaires;</li> <li>Corrections.</li> </ul>		
<b>Société de maintenance</b>						<ul style="list-style-type: none"> <li>Réaliser les opérations de maintenance sur la ventilation.</li> </ul>

<sup>11</sup> DOE : Dossier Ouvrages Exécutés - <sup>12</sup> DIUO : Dossier d'Interventions Ultimeures sur l'Ouvrage - <sup>13</sup> APS, APD, PRO : Avant Projet Sommaire, Avant Projet Détaillé, Etudes de PROJETS



# Conclusion

L'amélioration nécessaire de la performance énergétique des bâtiments implique une évolution des techniques et des pratiques constructives qu'il faut accompagner.

Parmi les évolutions, la prise en compte de l'étanchéité à l'air est un des points les plus complexes à mettre en œuvre car il concerne collectivement tous les acteurs du bâtiment et nécessite un changement significatif des pratiques.

La maîtrise d'ouvrage à un rôle particulier à jouer dans l'accompagnement de ce changement qui constitue aujourd'hui un enjeu majeur et sera incontournable demain.

## Guides et documents complémentaires

### SITES INTERNET

- **Association Effinergie** : [www.effinergie.org](http://www.effinergie.org)
- **CETE Lyon** : [www.cete-lyon.equipement.gouv.fr](http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr) (Rubriques «Nos domaines d'activité», «Pôle Construction»)

La liste bibliographique suivante n'est pas exhaustive mais présente différents documents de référence disponibles pour aller plus loin sur l'étanchéité à l'air des bâtiments

- **Perméabilité à l'air de l'enveloppe des bâtiments - Généralités et sensibilisation**  
Octobre 2006 (CETE de Lyon) *Explications techniques sur l'étanchéité à l'air, la mesure.*
- **Réussir l'étanchéité à l'air de l'enveloppe et des réseaux – Élaboration et application d'une démarche qualité** - avril 2009 (CETE de Lyon - ADEME) *Démarche qualité pour la prise en compte en amont et durant le projet, préconisations pour les réseaux de ventilation.*
- **Étude de la perméabilité à l'air des bâtiments hyper isolés**  
Octobre 2008 (CETE de Lyon).
- **Carnets de détails du projet Mininfil selon le type de construction**  
- PREBAT MININFIL ADEME (disponible sur [www.cete-lyon.equipement.gouv.fr](http://www.cete-lyon.equipement.gouv.fr))
- **Zoom technique : étanchéité à l'air**, diffusé par CAUE de l'Isère, CréaBois et La passion du bois.
- **Règles techniques relatives au processus et à la mesure de l'étanchéité à l'air des bâtiments**, Effinergie : [www.effinergie.org/site/Effinergie/TelechargementsReferentiels](http://www.effinergie.org/site/Effinergie/TelechargementsReferentiels).
- **Exposition itinérante** (diffusée par CAUE de l'Isère, CréaBois et La passion du bois).
- **Revue de chantiers d'opérations à basse consommation énergétique**  
Ville et Aménagement Durable (VAD), ADEME, Région Rhône-Alpes.  
[www.ville-amenagement-durable.org](http://www.ville-amenagement-durable.org)
- **L'étanchéité à l'air**, Les dossiers techniques de l'ALE de Lyon, 2009.  
[www.ale-lyon.org](http://www.ale-lyon.org) (Documentation en ligne, Les dossiers techniques)

## CONTACTS



Rhonalpénergie-Environnement

10 rue des Archers - 69002 Lyon  
Tél. : 33 (0)4 78 37 29 14  
Internet : [www.raee.org](http://www.raee.org)  
Courriel : [raee@raee.org](mailto:raee@raee.org)



Ageden

Immeuble Le Trident Bât. A  
34 avenue de l'Europe - 38100 Grenoble  
Tél: 33 (0)4 76 23 53 50  
Internet : [www.ageden.org](http://www.ageden.org)  
Courriel : [infoenergie@ageden.org](mailto:infoenergie@ageden.org)



IERA (Info Energie Rhône-Alpes)  
Internet : [www.iera.fr](http://www.iera.fr) :

- Hélianthe (01) : [www.helianthe.org](http://www.helianthe.org)
- Polénergie (07) : [www.polenergie.net](http://www.polenergie.net)
- Ceder (26) : [www.ceder-provence.fr](http://www.ceder-provence.fr)
- Adil26 (26) : <http://adil.dromenet.org>
- Ageden (38) : [www.ageden.org](http://www.ageden.org)
- Ale Grenoble (38) : [www.ale-grenoble.org](http://www.ale-grenoble.org)
- Hélios (42) : [www.helios42.org](http://www.helios42.org)
- Hespul (69) : [www.hespul.org](http://www.hespul.org)
- Ale Lyon (69) : [www.ale-lyon.org](http://www.ale-lyon.org)
- Asder (73) : [www.asder.asso.fr](http://www.asder.asso.fr)
- Prioriterre (74) : [www.prioriterre.org](http://www.prioriterre.org)



Latere: Loirénergie, Agence Technique pour une Énergie Respectueuse de l'Environnement

Internet : [www.latere.org](http://www.latere.org)  
Courriel : [latere@latere.org](mailto:latere@latere.org)

Avec le soutien de :

