



SMART-RENO FIABILISER, PROFESSIONNALISER, VALORISER LA RENOVATION ENERGETIQUE DEUXIEME VOLET : INDUSTRIALISER

LIVRABLE T2.5 / Construction de plans de travaux et de plans de
contrôle de la qualité

REDACTEURS/ Thierry DUFORESTEL, Adrien DHALLUIN
RELECTEUR/ Florian BATTEZZATI

Décembre 2021



SOMMAIRE

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Introduction | 3 |
| 2 | Méthodologie..... | 3 |
| 3 | Génération automatique du phasage et du planning des travaux | 3 |
| 4 | contrôle de la qualité des prestations..... | 6 |
| 4.1 | Liste des solutions de rénovation traitées | 6 |
| 4.2 | Ressources documentaires mobilisées | 7 |
| 4.3 | Identification des étapes clés de la qualité ET DES CRITERES ASSOCIES (LES POINTS DE CONTRÔLE) | 12 |
| 4.3.1 | ITE sous Bardages rapportés sur ossature secondaire en bois..... | 12 |
| 4.3.2 | ITE SOUS Enduit mince avec isolant PSE | 14 |
| 4.3.3 | Fenêtre de réhabilitation en aluminium ou PVC sur dormant bois existant | 15 |
| 4.3.4 | Système de ventilation..... | 17 |
| 4.3.5 | ITI sur rails métalliques fixés sur ossature..... | 21 |
| 5 | Conclusion sur l'Intégration de l'évaluation des délais et de la génération des fiches de contrôle qualité dans la chaîne d'outil du processus automatisé..... | 23 |
| 5.1 | Intégration de l'évaluation des délais de chantier | 23 |
| 5.2 | Intégration de la génération des fiches de contrôle qualité | 24 |

1 INTRODUCTION

Toutes les tâches précédentes du volet 2 du projet Smart-Réno ont concerné l'amont de la rénovation. On y a exploré des voies d'automatisation du processus qui mènent de l'expression du besoin jusqu'aux préconisations chiffrées des travaux qui semblent les plus souhaitables.

Avec la tâche 2.5, on entre dans la phase de chantier. Selon le parti-pris du projet, nous abordons cette phase avec l'ambition d'aider le client de la rénovation dans son appréciation des travaux. A ce stade, deux questions principales se posent.

- La question du phasage des travaux et des délais associés.
- La question de la qualité des travaux.

Pour la première question, nous verrons qu'en nous appuyant sur la tâche précédente (construction automatique de devis) il est possible de générer un planning des différentes phases qui structurent les travaux.

Pour la seconde question, les acquis de la tâche précédente nous aideront à repérer les moments où s'effectueront les étapes des travaux qui conditionnent le plus la qualité des prestations. Et il faudra aussi mobiliser d'autres ressources, spécifiques à chaque solution de rénovation, pour identifier les critères de qualité et les indicateurs pratiques qui permettent de les contrôler.

2 METHODOLOGIE

Les solutions de rénovation traitées dans la tâche 2.4 ont fait l'objet d'une description technique par lots afin d'évaluer les coûts détaillés. Il en ressort une description du phasage des travaux et des durées applicables à chaque phase selon le volume de la main d'œuvre mobilisable. Le calcul des délais de travaux seront faits sur cette base en intégrant une grandeur variable : le nombre de personnes intervenant sur le chantier pour chaque phase de travaux.

Le phasage permet également d'identifier les étapes clés pour la vérification de la qualité des travaux. On entend par étapes clés, un nombre limité (typiquement 2 ou 3) d'instantanés où sont réalisés et visibles des gestes techniques intermédiaires qui conditionnent la qualité de l'ouvrage complet. Pour chaque solution, ces étapes seront identifiées et les critères de qualité correspondants seront définis. Et pour chaque critère un indicateur pratique de contrôle sera fourni afin que le client de la rénovation puisse, sans savoir-faire technique particulier, vérifier la bonne réalisation de ces gestes.

L'ensemble permettra de produire un plan de travaux, sous la forme d'un diagramme Gantt intégrant un calendrier relatif à la date de début des travaux (T0+X) et des jalons correspondant aux phases de contrôle de la qualité, chacun de ces jalons étant associé à une fiche de contrôle adaptée à chaque étape clé.

Dans ce rapport, la démarche pratique sera illustrée sur deux exemples :

- L'isolation par l'extérieur par enduit sur isolant calé chevillé
- L'isolation par l'intérieur par doublage isolant posé sur rail

3 GENERATION AUTOMATIQUE DU PHASAGE ET DU PLANNING DES TRAVAUX

Comme indiqué précédemment, le point de départ de la procédure est le devis de la solution technique tel qu'il est généré dans la tâche 2.4. Dans sa version la plus détaillée, le devis intègre le quantitatif lié au chantier pour chaque lot (chaque phase des travaux) et le nombre d'heure de main d'œuvre pour chaque unité de lot.

La figure suivante donne une illustration d'une partie du devis généré pour l'ITE en enduit sur isolant.

| Enduit sur isolant collé chevillé | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|--------------|----------|---------------|---------|------------|------------|------------|--------------|
| Poste | Unité | Observations | Quantité | CoûtAchatProd | TauxFG% | TauxMarge% | PVenteProd | Nb h de MO | Coût h de MO |
| Démontages remontages | | | | | | | | | |
| Pose du rail de départ | ml | | 41 | 4,20 € | 34,00% | 11,00% | 6,25 € | 0,11 | 33,00 € |
| Pose isolant | m2 | | 100 | 10,92 € | 34,00% | 11,00% | 16,23 € | 0,2 | 33,00 € |
| Toile et couche de base | m2 | | 100 | 8,95 € | 34,00% | 11,00% | 13,31 € | 0,37 | 33,00 € |
| Couche de finition | m2 | | 100 | 6,56 € | 34,00% | 11,00% | 9,76 € | 0,3 | 33,00 € |
| Traitement tableaux | ml | | 22,4 | 6,42 € | 34,00% | 11,00% | 9,55 € | 0,23 | 33,00 € |
| Traitement linteaux | ml | | 11,2 | 6,42 € | 34,00% | 11,00% | 9,55 € | 0,34 | 33,00 € |
| Traitement appui seuils | ml | | 11,2 | 17,12 € | 34,00% | 11,00% | 25,46 € | 0,29 | 33,00 € |

Tableau 1 : extrait du devis de la prestation tel que généré dans la tâche 2.4

- Dans la première colonne « Poste » on trouve le libellé du lot (ou de la phase).
- Dans la deuxième colonne « Unité » on trouve la grandeur physique qui caractérise le quantitatif du lot.
- Dans la quatrième colonne « Quantité » figure le quantitatif du lot pour l'ensemble du chantier.
- Dans la neuvième colonne « Nb h de MO » est donné le nombre d'heure nécessaire pour poser une unité du lot.

Pour le calcul de l'évaluation des délais, nous ne conservons que ces colonnes utiles et nous introduisons une colonne supplémentaire (« Nb intervenants » à renseigner par l'utilisateur) qui indique pour chaque lot le nombre de poseurs qui seront mobilisés sur le chantier (colonne surlignée en jaune dans la figure suivante).

| Enduit sur isolant calé chevillé | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------|----------|------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|---------|--|
| Poste | Unité | Quantité | Nb h de MO | Nb intervenants | Durée (h) | Début (j) | Durée (j) | Fin (j) | |
| Pose du rail de départ | ml | 41 | 0,11 | 1 | 4,51 | 0,0 | 0,6 | 0,6 | |
| Pose isolant | m2 | 100 | 0,2 | 2 | 10 | 0,6 | 1,4 | 2,1 | |
| Toile et couche de base | m2 | 100 | 0,37 | 2 | 18,5 | 2,1 | 2,6 | 4,7 | |
| Couche de finition | m2 | 100 | 0,3 | 2 | 15 | 4,7 | 2,1 | 6,9 | |
| Traitement tableaux | ml | 22,4 | 0,23 | 1 | 5,152 | 6,9 | 0,7 | 7,6 | |
| Traitement linteaux | ml | 11,2 | 0,34 | 1 | 3,808 | 7,6 | 0,5 | 8,1 | |
| Traitement appui seuils | ml | 11,2 | 0,29 | 1 | 3,248 | 8,1 | 0,5 | 8,6 | |

Tableau 2 : Introduction du nombre d'intervenant et tableau généré pour la production du planning

L'introduction de cette donnée supplémentaire permet de calculer la durée prévisible de la phase correspondante du chantier :

$$\text{« Durée (h) »} = \text{« Nb h de MO »} \times \text{« Quantité »} / \text{« Nb intervenants »}$$

Les colonnes suivantes du tableau permettent alors de calculer les éléments utiles à la réalisation d'un planning de travaux.

- La huitième colonne « Début (j) » donne le nombre de jours nécessaires pour que débute la phase correspondante des travaux. La cellule sur fond rouge contient toujours la valeur 0 (instant de début des travaux). Puis les cellules suivantes de cette colonne sont incrémentées de la durée de la phase précédente.
- La neuvième colonne « Durée (j) » est juste une conversion en jours de la colonne « Durée (h) » (ici nous avons pris des journées de 7 heures, donc « Durée (j) = « Durée (h) » / 7)
- La dixième colonne « Fin (j) » indique le nombre de jours nécessaires pour que se termine la phase correspondante des travaux. « Fin (j) » = « Début (j) » + « Durée (j) ».

Avec ces informations, il suffit alors de générer un « bar graph » des colonnes 8 et 9 pour générer un planning des travaux quantifié en jours depuis le début des travaux (figure suivante).

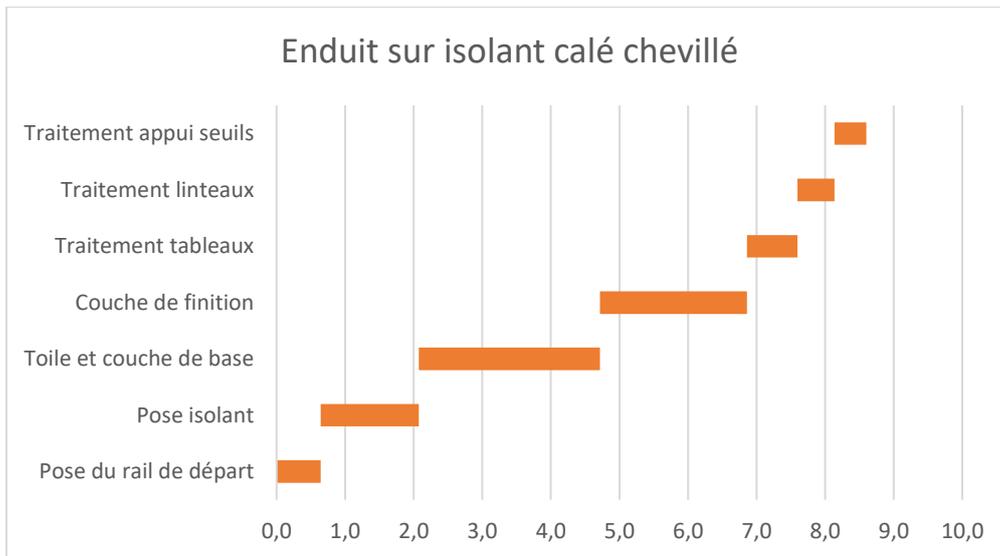


Figure 1 : Planning des travaux en jours pour la pose d'enduit sur isolant calé chevillé, généré à partir du tableau précédent

Les figures suivantes illustrent la même démarche pour le cas de l'isolation thermique par l'intérieur par doublage isolant posé sur rail.

| Pose sur rails | Unité | Observations | Quantité | CoûtAchatProd | TauxFG% | TauxMarge% | PVenteProd | Nb h de MO | Coût h de MO |
|----------------------------|---------------------------------|--------------|----------|---------------|---------|------------|------------|------------|--------------|
| Pose rails et fourrures | m2 | | 100 | 6,92 € | 34,00% | 11,00% | 10,29 € | 0,3 | 33,00 € |
| Isolant | m2 | | 100 | 10,25 € | 34,00% | 11,00% | 15,25 € | 0,15 | 33,00 € |
| Plaque de plâtre | m2 | | 100 | 2,45 € | 34,00% | 11,00% | 3,64 € | 0,15 | 33,00 € |
| Bandes+Enduit | m2 | | 100 | 0,42 € | 34,00% | 11,00% | 0,62 € | 0,2 | 33,00 € |
| Angles | ml | | 12 | 1,88 € | 34,00% | 11,00% | 2,80 € | 0,07 | 33,00 € |
| Embrasures portes/fenêtres | ml | | 33,6 | 1,88 € | 34,00% | 11,00% | 2,80 € | 0,07 | 33,00 € |
| Peinture | Nombre de couches de finition : | | | 2 | | | | | |
| Préparation du support | | | | | | | | | |
| Impression | m2 | | 100 | 0,97 € | 34,00% | 11,00% | 1,44 € | 0,125 | 28,63 € |
| Finition | m2 | | 100 | 2,77 € | 34,00% | 11,00% | 4,11 € | 0,25 | 28,63 € |

Tableau 3 : extrait du devis de la prestation tel que généré dans la tâche 2.4

| Pose ITI sur rails | Unité | Observations | Quantité | Nb h de MO | Nb intervenant | Durée (h) | Début (j) | Durée (j) | Fin (j) |
|----------------------------|-------|--------------|----------|------------|----------------|-----------|-----------|-----------|---------|
| Pose rails et fourrures | m2 | | 100 | 0,3 | 1 | 30 | 0,0 | 4,3 | 4,3 |
| Isolant | m2 | | 100 | 0,15 | 1 | 15 | 4,3 | 2,1 | 6,4 |
| Plaque de plâtre | m2 | | 100 | 0,15 | 2 | 7,5 | 6,4 | 1,1 | 7,5 |
| Bandes+Enduit | m2 | | 100 | 0,2 | 2 | 10 | 7,5 | 1,4 | 8,9 |
| Angles | ml | | 12 | 0,07 | 1 | 0,84 | 8,9 | 0,1 | 9,0 |
| Embrasures portes/fenêtres | ml | | 33,6 | 0,07 | 1 | 2,352 | 9,0 | 0,3 | 9,4 |
| Peinture Impression | m2 | | 100 | 0,125 | 1 | 12,5 | 9,4 | 1,8 | 11,2 |
| Peinture Finition | m2 | | 100 | 0,25 | 1 | 25 | 11,2 | 3,6 | 14,7 |

Tableau 4 : Introduction du nombre d'intervenant et tableau généré pour la production du planning

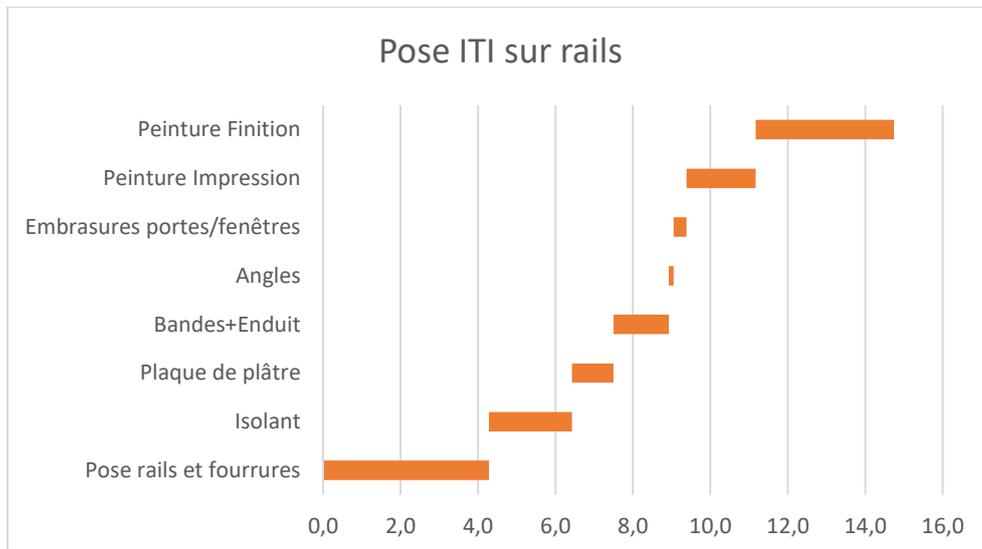


Figure 2 : Planning des travaux en jours pour la pose d'ITI sur rails, généré à partir du tableau précédent

4 CONTROLE DE LA QUALITE DES PRESTATIONS

4.1 LISTE DES SOLUTIONS DE RENOVATION TRAITEES

La liste des solutions de rénovation traitées est celle décrite dans les tâches précédentes, à laquelle nous avons ajouté la mise en œuvre d'un système de ventilation, dont l'impact sur le confort et la santé des occupants est important. Ce choix est d'autant plus motivé que le taux de non-conformité à réception de bâtiments neufs est de l'ordre de 45% (selon les Contrôles des Règles de Construction réalisés par le CEREMA) et que la présence de ce lot ventilation dans un projet de rénovation est synonyme d'une rénovation performante, comme le montre les résultats de l'enquête TREMI (2017).

Effectif par poste et répartition par performance du poste (en milliers de logements)

| Poste | Effectif (milliers) | Faible (%) | Moyen (%) | Performant (%) |
|-------------------|---------------------|------------|-----------|----------------|
| Ouvertures | 2 730 | 34% | 49% | 18% |
| Toiture / combles | 2 380 | 43% | 23% | 35% |
| Murs | 2 220 | 69% | 19% | 12% |
| Chauffage | 2 130 | 46% | 29% | 26% |
| Plancher bas | 1 050 | 66% | 22% | 12% |
| ECS | 910 | 58% | 12% | 31% |
| Ventilation | 620 | 41% | 60% | 39% |

■ Faible
 ■ Moyen
 ■ Performant

Figure 3 : Nombre d'opérations par poste et part liée à la performance de la rénovation (Enquête TREMI, 2017).

Les solutions techniques retenues sont donc :

- ITE sous enduit et sous bardage
- Fenêtre de réhabilitation en aluminium ou PVC sur dormant bois existant
- Système de ventilation
- ITI sur rails

4.2 RESSOURCES DOCUMENTAIRES MOBILISEES

Un certain nombre de ressources documentaires publiques permettent de recenser les points de contrôle qualité pour chaque lot de travaux. Ci-dessous sont reprises quelques-unes des principales sources récentes :

- Fiches réception issues du programme PROFEEL

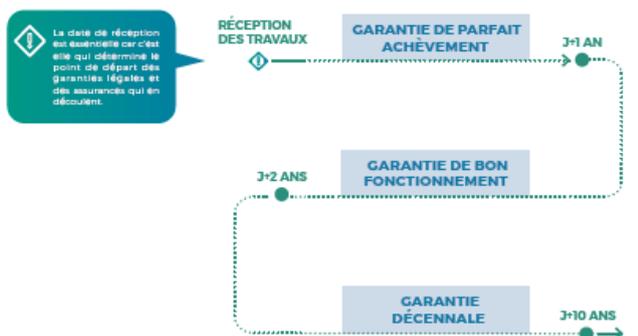
Les 28 fiches travaux permettent à chaque client de pointer avec son artisan ou son entreprise des points importants sur les travaux réalisés. Simples et pédagogiques, elles rappellent également les enjeux de la formalisation d'un procès-verbal de réception et, explicitent les différentes garanties légales qui débutent à la date de réception des travaux.

Outre la rédaction du PV stipulant les éventuelles réserves, ces fiches font un rappel des garanties après réception et mentionne les quelques points importants à aborder entre l'entreprise et le client lors de la réception des travaux. Ci-dessous est présentée l'exemple des points de réception d'une isolation thermique par l'extérieur sous enduit.

7

QU'EST-CE QUE LA RÉCEPTION DES TRAVAUX ?

La réception des travaux est une phase clé qui marque l'achèvement du chantier. Elle traduit la volonté du client d'accepter les travaux avec ou sans réserve. Elle doit être prononcée contradictoirement (entre le client et l'entreprise) avec la signature d'un procès-verbal de réception. En cas de réserves, celles-ci doivent être levées par l'entreprise dans un délai défini avec le client. Un procès-verbal de levée de réserve (entre le client et l'entreprise) doit être formalisé une fois que les travaux rectificatifs sont réalisés.



| 3+1 AN | 3+2 AN | 3+10 AN |
|--|---|---|
| <p>LA GARANTIE DE PARFAIT ACHÈVEMENT ?</p> <p>Pendant un an à compter de la date de réception des travaux, l'entreprise doit réparer tous les désordres, de quelque gravité qu'ils soient. En revanche, elle ne couvre pas les désordres résultant de l'usage normale ou de l'usage.</p> <p>Cette garantie vise les désordres qui ont fait l'objet de réserves lors de la réception des travaux et/ou qui sont apparus pendant la première année (exemples : décolllement d'un revêtement, défaut de fonctionnement d'un volet...).</p> | <p>LA GARANTIE DE BON FONCTIONNEMENT ?</p> <p>Pendant deux ans à compter de la date de réception, l'entreprise est tenue de réparer les défauts qui affectent le fonctionnement des éléments dissociables de l'ouvrage. C'est-à-dire ceux des éléments d'équipement qui peuvent être enlevés sans détérioration du gros-œuvre (exemples : chaudière, radiateur, volets roulants...).</p> | <p>LA GARANTIE DÉCENNALE ?</p> <p>Pendant dix ans à compter de la date de réception des travaux, la responsabilité de l'entreprise peut être engagée suite à des dommages qui compromettent la solidité de l'ouvrage (exemples : effondrement de charpente, affaissement de plancher...) ou qui empêchent l'ouvrage de remplir sa fonction (exemples : infiltrations d'eau par la toiture, dysfonctionnement généralisé des menuiseries, décolllement de carrelage dans une cuisine, sous-dimensionnement d'un générateur...).</p> |

POINTS DE RÉCEPTION Isolation thermique par l'extérieur (ITE) - Enduit sur isolant

COMMENT UTILISER CETTE FICHE ?

Les fiches de réception PROFEEL ont vocation à faciliter le processus de réception des travaux de rénovation énergétique. Chaque fiche de réception présente quelques points importants à aborder entre l'entreprise et le client lors de la réception de travaux relatifs à un ouvrage donné. Cette liste de points de réception est proposée à titre indicatif. Elle n'a pas vocation à être exhaustive. Cette fiche doit être utilisée en présence des deux parties.

- 1/ Le chantier est replié et nettoyé ?**

Constat visuel

OUI NON Sans objet

Commentaire :

REPLI DU CHANTIER
- 2/ L'isolant posé est conforme au devis ?**
(nature, épaisseur, caractéristiques)

Etiquette du produit posé

OUI NON Sans objet

Commentaire :

PRODUITS
- 3/ La finition (enduit) présente un aspect homogène ?**
(limites entre panneaux non visibles et aspect visuel parfaitement plan)

Constat visuel

OUI NON Sans objet

Commentaire :

MISE EN ŒUVRE
- 4/ Tous les éléments de la façade déposés pendant les travaux ont été reposés ?**
(volets, gouttières, luminaires, etc.)

Constat visuel

OUI NON Sans objet

Commentaire :



Figure 4 : Eléments figurant dans les fiches de réception de travaux PROFEEL

Les points de contrôle pour les solutions de rénovation traités, issues de ces fiches réception PROFEEL, sont donnés dans le tableau ci-dessous :

| ITI | ITE sous enduit | ITE sous bardage | Rénovation fenêtre sur ancien cadre bois | Système de ventilation (cas de la simple flux) |
|---|---|---|--|--|
| Le chantier est replié et nettoyé ? (oui/non/SO) | Idem ITI | Idem ITI | Les produits posés sont conformes au devis (menuiserie, occultation, accessoires) ? (oui/non/SO) | La documentation technique de l'appareil installé est remise en langue française (ex : notice d'utilisation, étiquette énergétique, fiche produit et composants, ...) ? (oui/non/SO) |
| L'isolant posé est conforme au devis (voir étiquette produit) ? (oui/non/SO) | Idem ITI | Idem ITI | L'aspect de la menuiserie et du vitrage ne présente pas de défauts (rayures impacts, ...) avec un recul de 3m ? (oui/non/SO) | Les différents éléments du système sont correctement positionnés : bouches d'extraction dans les pièces humides, entrées d'air dans les pièces sèches, raccordement du rejet du ventilateur sur l'extérieur (oui/non/SO) |
| Si présence d'un conduit de fumée, les dispositions prises pour le risque incendie sont expliquées au client ? (oui/non/SO) | La finition (enduit) présente un aspect homogène (limite entre panneaux non visibles et aspect visuel parfaitement plan) ? (oui/non/SO) | Les finitions sont réalisées telles que validées avec le client (conformité avec l'échantillon fourni avant travaux, conformité avec le devis) ? (oui/non/SO) | L'existence d'une ventilation est vérifiée et prise en compte dans le choix du produit et de ses accessoires ? (oui/non/SO) | Le ventilateur est désolidarisé acoustiquement du bâti (afin de limiter la propagation des vibrations) ? (oui/non/SO) |
| L'ouvrage est tel que prévu au devis (traitement des joints, rebouchage superficiel, parement sans pulvérulence, ni trou, ...) ? (oui/non/SO) | Tous les éléments de la façade déposés pendant les travaux ont été reposés ? (oui/non/SO) | La partie basse de l'isolation (bardage et isolant) est au minimum à : - 15 cm du sol si le bardage est posé sur une ossature bois ? - 5 cm sur sol dur (ex : dalle) et au minimum à 15 cm du terrain naturel, si le bardage est posé sur une ossature en métal (oui/non/SO) | La menuiserie et les occultations (volets/persiennes) se manœuvrent correctement (usage normal) ? (oui/non/SO) | Absence d'équipement motorisé spécifique raccordé sur le système de ventilation générale (hotte de cuisine, sèche-linge) ? (oui/non/SO) |
| | | Des grilles sont présentes en bas du bardage pour garantir la ventilation de la lame d'air entre le bardage et l'isolant ? (oui/non/SO) | La finition autour de la menuiserie est réalisée telle que prévue dans le devis ? (oui/non/SO) | Un débit est mesuré à chaque bouche d'extraction et d'insufflation et un relevé de débits comparé aux débits mentionnés dans la notice du fabricant ou d'un texte réglementaire doit être fourni au client. (oui/non/SO) |
| | | Tous les éléments de la façade déposés pendant les travaux ont été reposés (volets, | Dans le cas d'occultation à commande électrique, le raccordement et les | A savoir : Les dispositifs nécessitant une manœuvre de l'utilisateur doivent être |

| | | gouttières, luminaires, etc) ? (oui/non/SO) | réglages effectués ? (oui/non/SO) | accessibles aux personnes handicapées Le professionnel doit informer le client du fonctionnement de la ventilation (grand débit cuisine, fonctionnement permanent ...), Le professionnel doit informer le client de la nécessité de maintenir le principe de balayage (il ne faut pas obstruer les entrées d'air, les passages de transit et les bouches d'extraction, et il ne faut pas arrêter la VMC sauf pour son entretien). Dans l'impossibilité de fournir un devis pour mettre en place le détalonnage des menuiseries, le professionnel doit informer le client par écrit de l'absence de ce détalonnage. Le professionnel doit informer le client de la nécessité de réaliser l'entretien et la maintenance de l'installation. |
|--|--|--|--|--|
| A savoir : les consignes d'usage (fixation, perforation...) doivent être expliquées au client afin de garantir la bonne utilisation. | A savoir : Les consignes d'usage (fixation, perforation...) doivent être expliquées au client afin de garantir la bonne utilisation. Les consignes d'entretien (nettoyage, réparation...) doivent être expliqués au client. | A savoir : idem ITE sous enduit | A savoir : Les consignes d'usage doivent être expliquées au client afin de garantir la bonne utilisation. Les consignes d'entretien (nettoyage, réparation...) doivent être expliquées au client et une fiche d'entretien peut être remise. | 9 |

Tableau 5 : synthèse des points de contrôle des fiches réception PROFEEL pour les solutions de rénovation traitées

- **Fiches d'autocontrôle des travaux de rénovation énergétiques issues du programme PROFEEL**

Ces 45 fiches d'autocontrôle sont à destination des artisans et entreprises du bâtiment. Elles permettent d'identifier les points les plus importants à contrôler lors des différentes phases d'un chantier depuis la conception et le dimensionnement de l'ouvrage jusqu'à la réception des travaux :

- Etape 1 : conception/dimensionnement
- Etape 2 : préparation de chantier
- Etape 3 : travaux
- Etape 4 : réception des travaux

Ces fiches sont beaucoup plus détaillées que les fiches réception à destination du client et de l'entreprise : une quarantaine de points de contrôle contre 5 ou 6 points clés dans les fiches réception.

Les points d'autocontrôle de ces fiches n'ont pas vocation à être exhaustifs. Ils relèvent de préconisations issues de documents de référence en vigueur ou de recommandations associées à des bonnes pratiques.

Les points d'autocontrôle faisant l'objet d'une non-conformité mineure ou majeure dans les fiches de contrôles des travaux RGE (dites « grilles d'audit RGE ») sont identifiés. Toutefois, ces fiches n'ont pas vocation à se substituer aux « grilles d'audit RGE ».

A noter que les points évoqués dans l'étape 4 correspondent majoritairement à ceux identifiés dans les fiches réception.

Les exemples ci-dessous sont issus de la fiche d'autocontrôle ITE sous enduit.

A VÉRIFIER AVANT TOUT LANCEMENT DE TRAVAUX

- L'ouvrage est accessible (en cas de coactivité) ?
- Les éléments de sécurité sont mis en place

Les points d'autocontrôle de la présente fiche n'ont pas vocation à être exhaustifs.

Légende

- Conforme
- Non conforme/Non vérifiable
- Sans objet
- RGE** Points d'autocontrôle faisant l'objet d'une non-conformité dans les grilles d'audit RGE

ETAPE 1  **CONCEPTION / DIMENSIONNEMENT**

- | | |
|--|---|
| <p>1. S'informer sur des éventuels travaux ultérieurs pour prévoir les interfaces ? <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>2. Reconnaissance de la nature du support ? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>3. Etablir la liste des éléments complémentaires de la façade (descentes EP, raccordement réseaux, garde-corps, occultants, ...)? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>4. La nature de l'isolant est choisie en fonction de la paroi support (migration de la vapeur, plénité...)? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>5. Tous les éléments mis en place faisant partie du procédé global d'ITE sont-ils en conformité avec les produits du système validé (Atec, DTA...)? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>6. Vérification de la qualité et de la compatibilité des produits préconisés avec la paroi support (fixation, colle, isolant, enduit, profilés...)? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>7. Sans présence de décapage, une fixation mécanique des isolants est prévue? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>8. Les chevilles de fixation prévues sont adaptées au support? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>9. Pour minimiser les ponts thermiques, si présence de fixations : la matière synthétique et/ou rondelle isolante est privilégiée? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>10. En fonction de l'usage, une résistance au choc adaptée est proposée? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>11. Si menuiseries au nu intérieur : l'isolation ou le retour d'isolant ($R > 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) des tableaux et linteaux est privilégié? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>12. Si la menuiserie a été remplacée en dépose totale, le recouvrement de l'isolant sur les montants et traverses du dormant ($\geq 25 \text{ mm}$ et $R > 0,5 \text{ m}^2\text{K/W}$) est privilégié? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>13. Une descente de l'isolant $> 60 \text{ cm}$ sous niveau inférieur de la dalle du plancher bas est privilégiée? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>14. La continuité de l'isolant avec l'isolation des combles ou des rampants est privilégiée? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> | <p>15. La continuité de l'isolation thermique autour du coffre de volet roulant est privilégiée? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>16. Si toiture terrasse, une remontée de l'isolant sur la face intérieure et un recouvrement de l'acrotère ($R = \text{env. } 2 \text{ m}^2\text{C/W}$) est privilégiée? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>17. Vérification de l'état et reprise si nécessaire du joint de dilatation existant et le report de celui-ci dans le complexe ITE? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>18. L'utilisation de rupteurs thermiques pour la fixation des accessoires est privilégiée? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>19. Le système d'ITE prévu est conforme au regard des risques en cas d'incendie? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>20. Une protection à l'eau en tête de l'ITE est prévue? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>21. Pour les systèmes collés ou fixés mécaniquement par chevilles, l'écart de planéité ne dépasse pas 10 mm sous la règle de 2 m? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>22. Pour les systèmes fixés mécaniquement par profilés en PVC, l'écart de planéité ne dépasse pas 7 mm sous la règle de 2 m et 2 mm sous le réglet de 20 cm? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>23. L'appui de fenêtre garantit la protection à l'eau en tête de l'ITE? RGE <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>24. L'isolation du soubassement est réalisée sur un support sain et sec? <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> <p>25. Un cahier de détails est rédigé? (recommandé) <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/></p> |
|--|---|

ETAPE 2 PRÉPARATION DE CHANTIER

- | | |
|---|--|
| <p>26. Les matériaux sont stockés conformément aux préconisations des fabricants ? ✓ X Ø</p> | <p>27. Le Maître d'ouvrage a-t-il obtenu toutes les autorisations administratives nécessaires ? ✓ X Ø</p> |
|---|--|

N° **COMMENTAIRES** (mentionner les points concernés)

ETAPE 3 TRAVAUX

- | | |
|---|---|
| <p>28. La préparation du support est réalisée : fissure rebouchée, pénétration traitée, ventilations obsolètes colmatées... ? RGE ✓ X Ø</p> <p>29. Isolant posé bord à bord sans interstice et à joints décalés ? RGE ✓ X Ø</p> <p>30. En cas de deux couches d'isolant superposées, les joints respectifs sont décalés ? RGE ✓ X Ø</p> <p>31. Pose de panneaux d'isolant en harpage dans les angles ? RGE ✓ X Ø</p> <p>32. Présence de mouchoirs dans les angles de baies collés avec l'enduit de base ? RGE ✓ X Ø</p> <p>33. Si présence de fixations : densité adaptée aux contraintes ? RGE ✓ X Ø</p> <p>34. Mise en place de système de désolidarisation entre ITE et menuiseries ? ✓ X Ø</p> | <p>35. Respect de l'épaisseur des couches d'enduit ? ✓ X Ø</p> <p>36. Si présence d'une lame d'air entre l'isolant et la paroi, cette lame d'air ne doit pas être ventilée (joint au niveau du profil de départ, boudin tous les 2 niveaux...) ? RGE ✓ X Ø</p> <p>37. Hauteur entre profilé de départ et terrain naturel : 150 mm minimum ? RGE ✓ X Ø</p> <p>38. Distance entre profilé de départ et support : 10 mm sur balcon pente extérieure ? RGE ✓ X Ø</p> <p>39. Distance entre profilé de départ et support : 50 mm sur balcon pente intérieure ? RGE ✓ X Ø</p> <p>40. Départ sur terrasse ou loggia : dispositif de fond de joint ou mousse imprégné présent ? RGE ✓ X Ø</p> <p style="text-align: center;">... suite page suivante</p> |
|---|---|

ETAPE 4 RÉCEPTION

- | | |
|---|--|
| <p>43. Le chantier est replié et nettoyé ? ✓ X Ø</p> <p>44. L'isolant posé est conforme au devis ? (nature, épaisseur, caractéristiques) RGE ✓ X Ø</p> <p>45. La finition (enduit) présente un aspect homogène ? (limites entre panneaux non visibles et aspect visuel plan, observation à 5m) RGE ✓ X Ø</p> <p>46. Tous les éléments de la façade déposés pendant les travaux ont été reposés ? (volets, gouttières, luminaires, etc.) ✓ X Ø</p> | <p>47. Les consignes d'usage (fixation, perforation...) sont expliquées au client afin de garantir la bonne utilisation ? ✓ X Ø</p> <p>48. Les consignes d'entretien (nettoyage, réparation...) sont expliqués au client ? ✓ X Ø</p> |
|---|--|

N° **COMMENTAIRES** (mentionner les points concernés)

Figure 5 : Points d'autocontrôle par étape pour l'ITE sous enduit

- Application Check'Reno issue du programme PROFEEL

L'application numérique Check'Reno, développée de manière concertée avec la CAPEB et la FFB sous le pilotage de l'agence qualité construction (AQC), est destinée aux artisans et entreprises du bâtiment, pour faciliter l'autocontrôle de leurs travaux tout au long du chantier, et leur réception par les clients. Elle est téléchargeable

gratuitement sur les stores (App Store, Google Play) et, est également disponible en ligne sur la plateforme www.checkreno.fr. Check'Réno embarque l'ensemble des points de vérifications consignés dans les fiches d'autocontrôles et les fiches de réception déjà mis gratuitement à disposition des professionnels sur le site du programme PROFEEL.

D'autres ressources publiques sont également mobilisables, mais moins centrées sur les points essentiels de contrôle accessibles au client et/ou à l'entreprise

- AQC (mémos de chantier, fiches pathologies, fiches points de vigilance, fiches interfaces, guides RAGE...)
- FFB (carnets et fiches d'auto-contrôle),
- Guides Pratiques Développement Durable du CSTB

4.3 IDENTIFICATION DES ETAPES CLES DE LA QUALITE ET DES CRITERES ASSOCIES (LES POINTS DE CONTRÔLE)

On considère ici comme **étape clé**, une étape de la pose du système qui répond à deux critères.

- Cette étape engage la qualité d'ensemble de l'ouvrage, notamment pour ce qui nous concerne ici, sa performance énergétique.
- Elle est visible par le client de la rénovation.

Pour chacune des technologies mentionnées dans le chapitre précédent, nous proposons ci-après une liste d'étapes clés choisies du fait de leur impact sur la qualité thermique de l'ouvrage. La littérature, et notamment les ouvrages consultés et mentionnés plus hauts, propose de nombreux conseils permettant de s'assurer du respect des règles. Mais nous mettons ici l'accent sur la qualité thermique et énergétique qui est rarement privilégiée dans la documentation technique.

A priori, pour des raisons pratiques, nous souhaitons limiter le nombre d'étapes clés à un maximum de trois pour chaque technologie.

Enfin, pour chaque étape clé définie, nous précisons les **éléments à vérifier (points de contrôle)** à ce stade de la pose du système, **par le maître d'ouvrage (client)**. Nous nous sommes attachés à ne signifier ici que des éléments alors visibles (pas encore cachés par la suite des opérations de pose) et qui ne réclament aucune expertise ou équipement particulier pour les vérifier.

4.3.1 ITE SOUS BARDAGES RAPPORTES SUR OSSATURE SECONDAIRE EN BOIS

Etape clé n°1 : La pose de l'isolant

Cette étape est fondamentale pour la performance en œuvre du système car un isolant mal posé peut s'affaisser ou laisser circuler l'air extérieur autour de lui et ruiner ainsi presque totalement sa fonction d'isolation thermique. Avant que la peau du système (ou un écran pare-pluie) soit posée, la qualité de la pose peut être appréciée et éventuellement améliorée.

L'isolant thermique est le plus souvent un produit fibreux souple. Selon l'épaisseur désirée, il peut être posé en une ou en deux couches. Si la pose se fait en deux couches, les deux couches doivent être croisées :

- La première, contre le mur existant, posée verticalement et passant derrière les chevrons d'ossature du bardage.
- La seconde, posée horizontalement entre les chevrons.

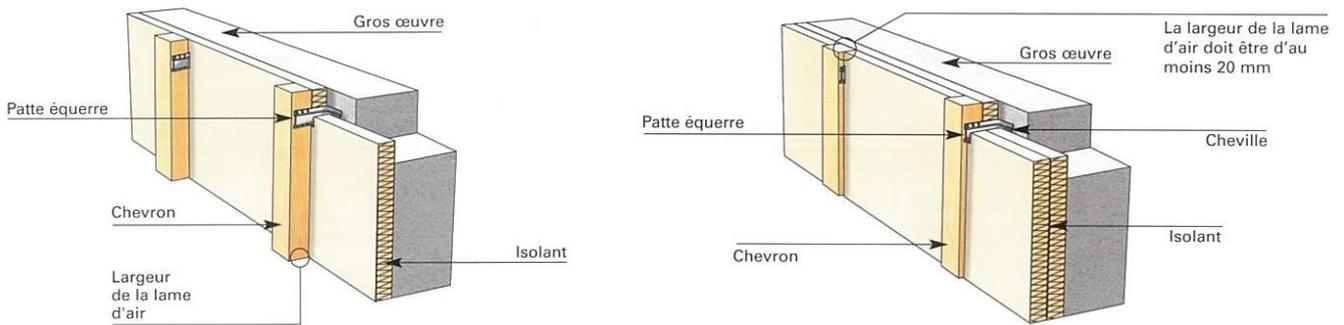


Figure 6 : Pose de l'isolant en une couche derrière les chevrons (à gauche) et en deux couches croisées (à droite)

- Pour les deux couches, vérifier que les panneaux d'isolants sont bien jointifs.
- Dans le cas d'une pose en deux couches, vérifier qu'il n'y a pas de lame d'air entre les deux couches.

Les isolants sont maintenus à l'aide de chevilles plastiques dite « étoiles » dont la longueur et le diamètre de la collerette sont adaptés au type (plus ou moins rigide) et à l'épaisseur de l'isolant posé. Les informations sur la compatibilité des chevilles à l'isolant posé sont fournies par le fabricant de chevilles et figurent sur l'emballage de ces produits.

- Vérifier que les chevilles n'écrasent pas de façon excessive l'isolant.

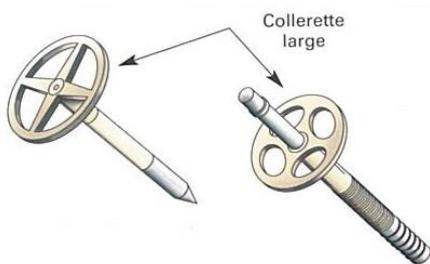


Figure 7 : Modèles de chevilles étoiles (à gauche) et cheville bien posée sans écrasement excessif de l'isolant (à droite)

Etape clé n°2 : La pose du pare-pluie (si nécessaire) ou de la peau du système (si le pare-pluie n'est pas requis)

Le risque identifié ici est le mouillage de l'isolant laissé exposé aux intempéries dans l'attente de la suite des travaux. Réglementairement, l'écran pare-pluie n'est obligatoire que pour les bardages à joints ouverts (panneaux de peau non jointifs) posés sur un mur à ossature bois. Il n'est donc jamais obligatoire pour les bardages posés sur un mur existant maçonné ou en béton (cas le plus courant). Cependant, dans le cas d'un bardage à joint ouvert, la pluie peut atteindre la couche d'isolant et dégrader sa durabilité et sa performance thermique. Dans le cas le plus courant d'un isolant fibreux, les quantités d'eau absorbées alors par l'isolant peuvent être très importantes. Aussi, nous recommandons la pose d'un écran pare-pluie pour tous les bardages à joints ouverts isolés par un isolant fibreux. Et dans tous les cas, il est important de veiller à ce que l'isolant ne soit pas exposé à la pluie avant qu'il soit protégé par un écran pare-pluie adapté ou par la peau du bardage.

- Vérifier que les panneaux d'isolation n'aient pas été soumis à la pluie et ne soient pas humides avant la mise en œuvre
- Vérifier que les services météorologiques ne prévoient pas d'intempéries jusqu'à la pose de l'écran pare-pluie ou de la peau du système.
- Sinon, notamment si une longue période est prévue entre ces deux étapes, vérifier que les isolants sont protégés par des bâches.

4.3.2 ITE SOUS ENDUIT MINCE AVEC ISOLANT PSE

Pour des raisons de compatibilité du mur support (défauts de planéité), le collage des panneaux isolants sur le mur à rénover se fait le plus souvent par boudins ou par plots. Ce mode de collage ménage toujours une lame d'air derrière les panneaux d'isolant. Il faut alors veiller à ce que cette lame d'air soit bien fermée, afin d'éviter que l'air extérieur vienne circuler derrière l'isolant et dégrader ainsi une bonne part de son pouvoir d'isolation. Cela passe par un bon comblement de la lame d'air en partie basse et en partie haute de l'ouvrage. Dans le cas assez courant où la pose du système se fait en plusieurs volées (il y a plusieurs départs et plusieurs arrêts haut du système sur la hauteur traitée), les étapes clés proposées concernent chaque volée.

14

Etape clé n°1. La pose du rail de départ.

Le rail de départ doit être parfaitement raccordé au mur support sur toute sa longueur, sans lame d'air entre le mur support et le rail. Dans le cas où le revêtement du mur support ne permettrait pas un contact parfait (par exemple un enduit granuleux) les espaces entre le rail de départ et le mur support devront être comblés avant la pose des panneaux isolants.

- Vérifier que le contact entre le rail de départ et le mur support est parfait sur toute la longueur.

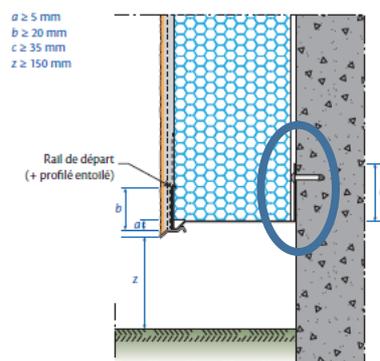
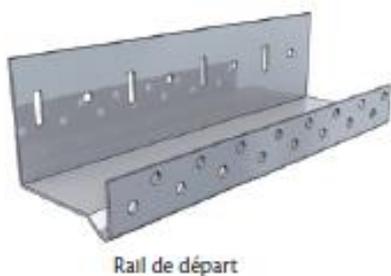


Figure 8 : Rail de départ pour la pose de l'isolant (à gauche) et représentation en coupe du contact rail et mur support (à droite)

- Vérifier que les panneaux soient bien jointifs et affleurants

Etape clé n°2. Le retour d'enduit finitions hautes du système.

L'arrêt en partie haute d'un système d'enduit sur isolant est une zone délicate à traiter. On entend par « arrêt » une interruption du système afin de le raccorder à la toiture, à l'extrémité d'un acrotère, à une autre volée de système d'isolation par l'extérieur, ... Cet arrêt haut nécessite l'installation d'un profilé qui protégera le système contre la pluie (profilé d'acrotère, bavette, ...). Mais il faut vérifier, avant l'installation de ces systèmes, que la lame d'air au dos de l'isolant est bien fermée aussi en partie haute. Cela se pratique en général par un retour de l'enduit sur toute l'épaisseur de l'isolant et jusqu'au mur support.

- Vérifier le retour de l'enduit armé pour fermer la lame d'air entre le mur support et l'isolant.

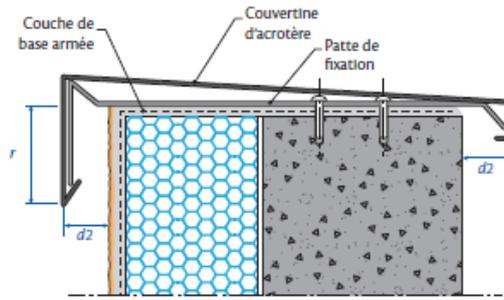


Figure 9 : Fermeture de la lame d'air par l'enduit sur un arrêt sur acrotère

4.3.3 FENETRE DE REHABILITATION EN ALUMINIUM OU PVC SUR DORMANT BOIS EXISTANT

Les fenêtres de rénovation en aluminium ou en PVC sont des produits industriels de haute technicité et présentant des performances thermiques et d'étanchéité bien maîtrisées par les industriels du secteur. La performance finale de la rénovation dépendra donc essentiellement de la qualité de la pose, notamment pour ce qui concerne l'étanchéité à l'air entre le mur et le dormant existant conservé et entre ce dormant et la nouvelle fenêtre.

Etape clé n°1 : La livraison des produits

Le risque traité ici est celui d'un défaut de livraison. De multiples problèmes sont à craindre si les produits remis au chantier s'éloignent de ce qui est normalement attendu par l'équipe de pose. Tout défaut à ce stade jouera sur les délais de mise en œuvre, avec pour conséquence un risque accru de malfaçons dans le but de tenir coûte que coûte les délais prévus d'exécution des travaux.

- Vérifier que les fenêtres livrées sont bien individuellement référencées.
- Vérifier qu'elles sont entreposées à l'abri et en position verticale.
- Vérifier que la livraison inclut des produits de jointoiment (joint et fond de joint ou compribande) en quantité suffisante (environ 1,2 fois le périmètre de toutes les fenêtres).



Figure 10 : Fond de joint (à gauche) et compribande (à droite)

Etape clé n°2 : Pose de l'étanchéité entre mur et dormant existant

La pose d'un produit très étanche avec une bonne étanchéité périphérique, exécutée selon les règles de l'art, mais sur un dormant existant qui fuit réduit presque à néant tous les avantages énergétiques d'une bonne fenêtre.

Etape clé n°3 : Calage et vissage de la nouvelle fenêtre

C'est au moment du positionnement de la nouvelle fenêtre dans son cadre existant que se joue l'essentiel de la qualité de l'étanchéité de l'ouvrage. Un mauvais positionnement peut rendre le calfeutrement de la nouvelle fenêtre presque impossible. Cette étape clé permettra le contrôle du respect des tolérances de pose, point indispensable à une bonne étanchéité de l'ouvrage.

Avant sa fixation, la nouvelle fenêtre est calée dans le dormant bois existant. A cet instant a lieu le contrôle du positionnement de la fenêtre. Les défauts de verticalité et d'horizontalité (constatés au niveau à bulle) ne doivent pas excéder 2mm par mètre de longueur mesurée. Par ailleurs, les deux diagonales de la fenêtre sont mesurées. La différence de longueur entre ces deux mesures ne doit excéder là aussi 2 mm par mètre de diagonale mesurée.

- Vérifier que les tolérances (2 mm/m) sont bien respectées pour l'alignement horizontal, l'alignement vertical et la différence de dimension entre les deux diagonales.



Figure 11 : Mesure des tolérances dimensionnelles de positionnement de la fenêtre

- Vérifier que la traverse basse n'est pas vissée en feuillure, mais frontale.

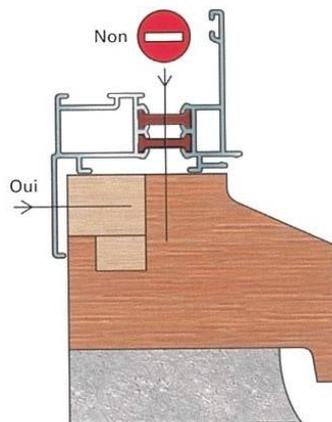


Figure 12 : Vissage en frontale de la traverse basse de la nouvelle fenêtre.

En revanche, tous les autres montants de la nouvelle fenêtre (montants verticaux, traverse haute) peuvent être indifféremment vissés en feuillure ou en frontale.

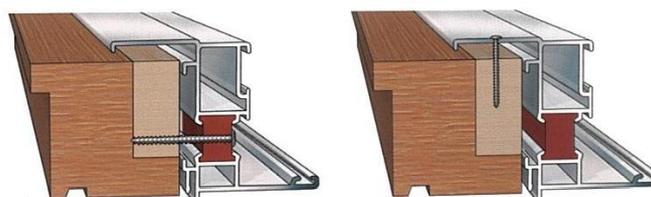


Figure 13 : Fixation en feuillure (à gauche) et en frontale (à droite)

Etape clé n°4 : Pose de l'étanchéité entre dormant existant et nouvelle fenêtre

C'est une étape qui parachève les précédentes et surtout qui laisse voir la qualité de l'ensemble avant que les différents éléments de finition des nouvelles fenêtres viennent cacher le système d'étanchéité.

L'étanchéité peut se faire à l'aide de joints et de fonds de joint ou par le collage d'une compriband adaptée. Le produit d'étanchéité doit être posé sur la face externe de la nouvelle fenêtre. Ce point de contrôle doit intervenir avant que les profilés décoratifs extérieurs soient posés, car après les travaux d'étanchéités ne seront plus visibles.

17

- **Vérifier que l'étanchéité est bien réalisée sur tout le périmètre extérieur de la nouvelle fenêtre.**

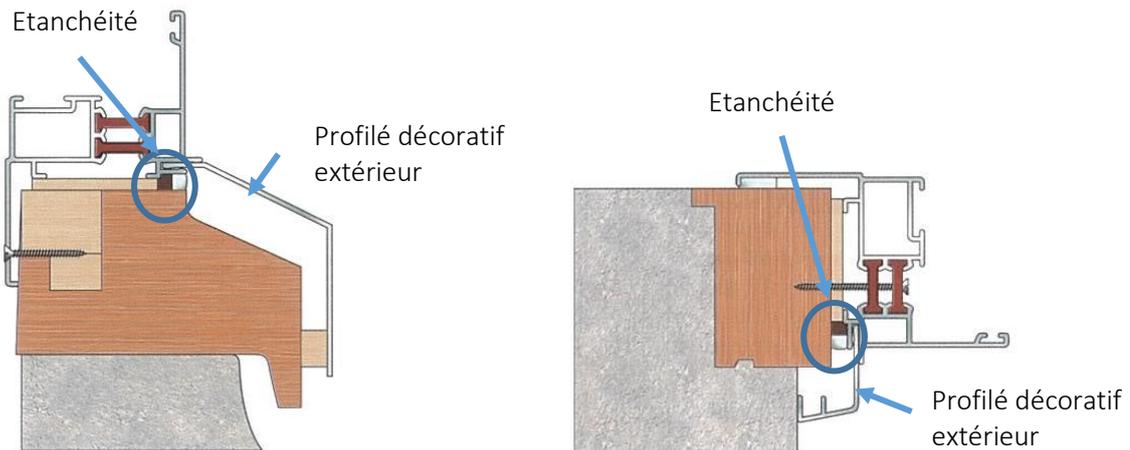


Figure 14 : Etanchéité de la traverse basse (à gauche) et des autres montants (à droite)

4.3.4 SYSTEME DE VENTILATION

La mise en œuvre d'un système de ventilation en rénovation est synonyme d'une rénovation performante (cf enquête TREMI) et devrait être synonyme d'amélioration de la qualité de l'air intérieur, voire du confort intérieur, si celle-ci est conçue et réalisée dans les règles de l'art. Or, selon les contrôles des Règles de Construction réalisés par le CEREMA, le taux de non-conformité à réception de bâtiments neufs (et donc de bâtiments rénovés également à priori), est de l'ordre de 45%, ce qui est extrêmement élevé.

Etape clé n°1 : livraison produit

- Vérifier que le système de ventilation qui va être installé est conforme à celui prévu (type auto ou hygro-réglable, marque)
- Vérifier que l'ensemble des composants (bloc moteur, bouches d'extraction et éventuellement de soufflage, entrées d'air) sont en état neuf et de même marque

Etape clé n°2 : pose des entrées d'air

Dans le cas d'une VMC simple flux par extraction, des entrées d'air doivent être présentes. Elles sont généralement positionnées sur le dormant ou l'ouvrant de la menuiserie, ou sur le coffre de volet roulant et éventuellement en façade.

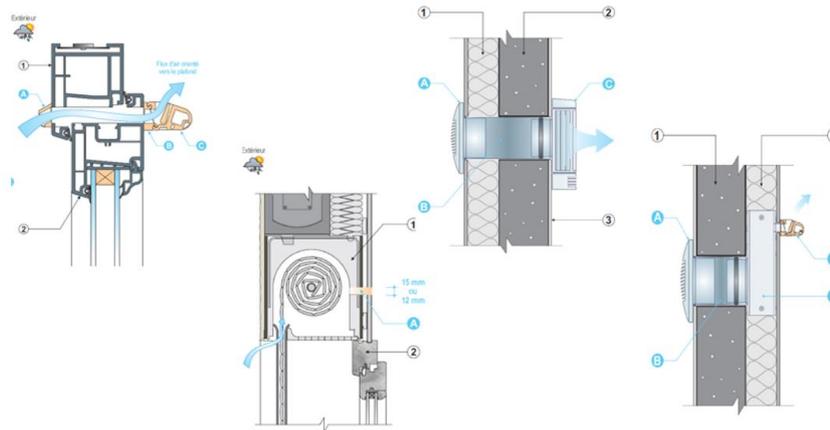


Figure 15 : positionnement des entrées d'air (CEREMA)

- Vérifier leurs présences dans les pièces « sèches » (salon/séjour, chambres)
- Vérifier qu'une mortaise est bien présente derrière le module d'entrée d'air.

Dans le cas d'une rénovation avec mise en œuvre de nouvelles fenêtres, la réalisation de la mortaise doit être prévue en usine et non sur chantier.

Etape clé n°3 : pose des bouches d'extraction

- Vérifier la présence de bouches d'extraction dans les pièces « humides » (cuisine, salle de bain, WC, salle d'eau complémentaire)
- Vérifier que son axe soit situé à plus de 180 cm de hauteur et à plus de 20 cm d'une liaison avec un autre mur

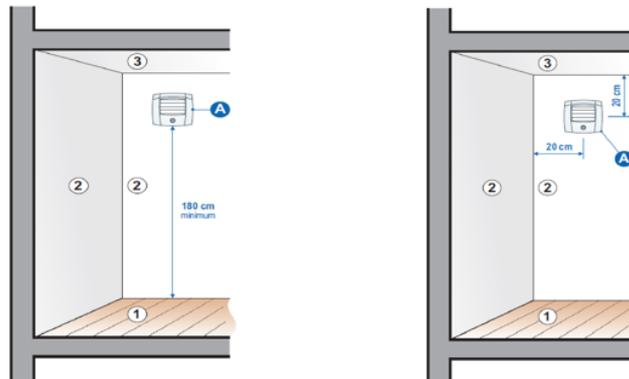


Figure 16 : positionnement des bouches d'extraction (CEREMA)

Dans le cas d'une VMC double flux, les bouches de soufflage doivent être positionnées :

- entre 20 cm et 30 cm du plafond et des parois
 - à 90 cm du sol au minimum et être orientable
 - au sol, l'axe de la bouche est positionné entre 20 cm et 30 cm de tout angle de paroi
- Vérifier la présence d'une manchette entre la bouche d'extraction et la gaine, et que le raccordement paraît étanche



Figure 17 : Dispositif de raccordement bouche/gaine (Promevent)

- Vérifier à la main ou à l'aide d'une feuille de papier hygiénique la présence d'un débit au niveau de la bouche

Etape clé n°4 : présence de passages de transit. Cette étape n'est pas en lien avec la pose du système de ventilation, mais le maître d'ouvrage doit vérifier cette étape, avec l'aide éventuelle du poseur du système de ventilation ou d'un menuisier.

Afin d'assurer l'aération générale et permanente sur un logement, l'air doit pouvoir circuler depuis les amenées d'air vers les bouches d'extraction d'air.

Les passages de transit doivent donc être assurés au droit des portes intérieures soit par :

1. Grilles de transit
2. Utilisation de bloc portes présentant, de construction, des passages d'air sur leur périphérie.
3. Rehaussement des huisseries de porte de manière à ménager un passage d'air en partie basse de l'ouvrant.

La hauteur à prendre en compte pour un passage d'air en partie inférieure doit être calculée par rapport au sol fini :

- 2 cm s'il s'agit d'une porte unique donnant sur la cuisine (1cm si 2 portes intérieures donnent sur la cuisine)
- 1 cm pour les autres portes intérieures

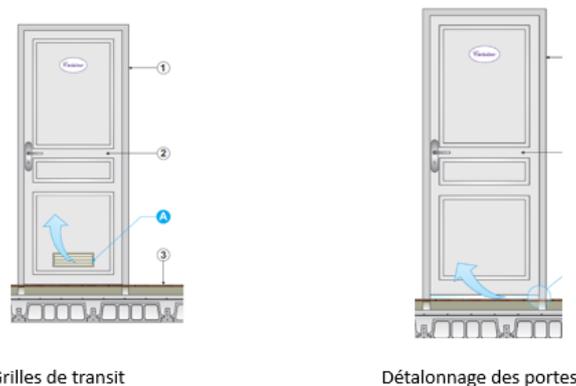


Figure 18 : typologie de passages de transit (CEREMA)

Vérifier la présence des passages de transit dans votre logement. En cas d'absence, faire appel à un menuisier.

Etape clé n°5 : installation du caisson de ventilation et des gaines de ventilation en combles perdus

Lors de la pose du caisson de ventilation et des gaines en combles perdus, une trappe d'accès doit permettre de vérifier un certain nombre de points de contrôle visuels, synonyme d'une mise en œuvre de qualité :

- Vérifier que le positionnement des gaines est correct : absence de point bas, d'étranglement, de longueur superflues, présence d'une gaine de refoulement raccordée à une sortie de toit adéquate
- Vérifier que les gaines sont isolées si elles sont positionnées hors volume chauffé (comme les combles perdus)
- Vérifier le positionnement du caisson : lorsque le caisson est suspendu à la charpente en combles perdus (généralement en maison individuelle), vérifier que les suspensions sont non rigides, ou sinon qu'elles sont

désolidarisées de la structure à l'aide d'un matériau élastique, que le caisson n'est pas en contact avec la charpente et que les suspensions sont adaptées au poids de l'appareil.

NB : dans le cas d'un caisson à l'intérieur d'un bâtiment, suspendu à une paroi, reposant sur un châssis ou posé sur un plancher, vérifier qu'il est désolidarisé du support avec interposition avec le support d'un matériau élastique adapté (plots antivibratiles, tapis en néoprène ou caoutchouc...) et qu'il n'est pas en contact avec une paroi. Si le caisson est à l'extérieur, généralement en toiture-terrace, vérifier qu'il est posé sur des plots anti-vibratiles en néoprène ou caoutchouc, adapté au caisson (généralement fournis par le fabricant du caisson), reposant sur un support en béton.

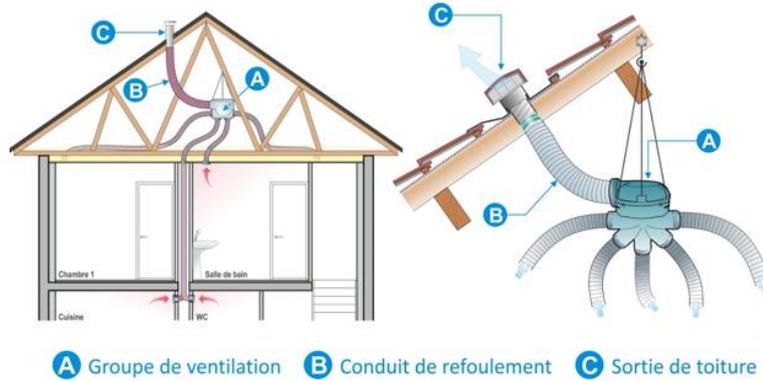


Figure 19 : groupe de ventilation et gaines

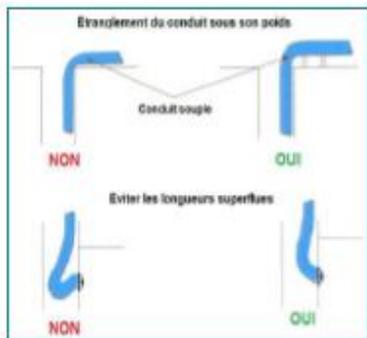
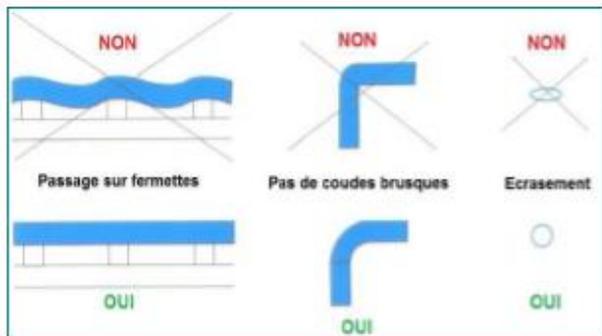
| | | |
|---|--|---|
|  <p>1 : Schéma de bonnes et de mauvaises mises en œuvre des conduits souples (étranglements et sur-longueurs)</p> |  <p>2 : Mauvaise mise en œuvre de conduits souples en combles (coudes > 90°)</p> |  <p>3 : Ecrasement des conduits souples par d'autres gaines</p> |
|  <p>4 : Schéma de bonnes et de mauvaises mise en œuvre des conduits souples (passage sur fermette, coudes et écrasement)</p> |  <p>5 : Ecrasement des conduits souples par l'élément d'attache</p> | |

Figure 20 : mise en œuvre des gaines de ventilation

4.3.5 ITI SUR RAILS METALLIQUES FIXES SUR OSSATURE

L'isolation du mur est réalisée à l'aide de panneaux isolants rigides ou semi-rigides, maintenus par une ossature (en bois ou en métal) fixée sur la paroi.

Le parement est constitué d'une ou de deux plaques de plâtre vissées sur des fourrures métalliques verticales, emboîtées haut et bas sur des rails coulisses fixés sur le support et clipsés à mi-hauteur sur des appuis intermédiaires, fixés sur la paroi à doubler. L'entraxe des fourrures est généralement de 60 cm mais peut être à 40 cm dans les pièces humides pour augmenter la raideur du doublage sous carrelage.

Si un pare-vapeur est nécessaire, celui-ci est déroulé sur l'ossature avant la fixation du parement. Des systèmes de pastilles et connecteurs plastiques peuvent permettre de passer la membrane derrière l'ossature et laisser une réservation technique pour le passage de câbles.

Le panneau isolant, de type rigide ou semi-rigide, sera découpé à la hauteur de la paroi plus 1 cm, cette disposition permettant de maintenir légèrement comprimé l'isolant entre le sol et le plafond. L'isolant est ensuite embroché sur les appuis intermédiaires.

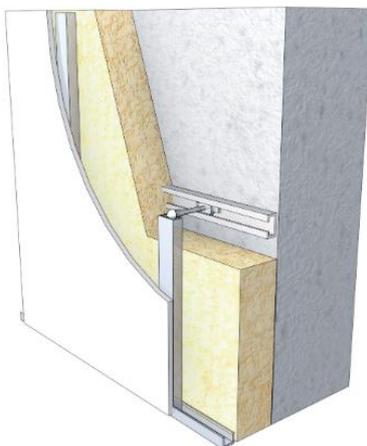


Figure 21 : détail au droit d'un appui intermédiaire (rapport RAGE)

L'ITI sur rail est la pratique d'isolation la plus courante. Elle présente malgré tout des points de vigilance importants, sous peine de dégrader la perméabilité à l'air de l'enveloppe et donc la performance de l'isolation, de créer des ponts thermiques par affaissement de l'isolant ou de manque de solidité du doublage.

Etape clé n°1 : livraison produit

- Vérifier la qualité de l'isolant et la conformité de l'isolant au devis lors de sa livraison : emballage neuf, absence de déchirement, vérification de l'étiquette, isolant sec

Etape clé n°2 : Mise en place de l'ossature métallique

- Vérifier la présence d'une fourrure horizontale à 1,35m maximum du sol, avec un point de fixation tous les 60 cm maximums
- Vérifier que les appuis ont un entraxe de 60cm

Etape clé n°3 : La pose de l'isolant

Cette étape est fondamentale pour la performance en œuvre du système car un isolant mal posé peut s'affaisser ou laisser circuler l'air extérieur autour de lui et dégrader considérablement ses performances thermiques. Avant que le parement ne soit posé, la qualité de la pose peut être appréciée et éventuellement améliorée.

- Vérifier que l'isolant est bien posé bord à bord de façon continue, sans manquement autour des menuiseries, pénétrations ou autres détails

- En cas de présence d'un conduit de fumée, demander à vérifier les distances de sécurité par rapport à la classe de température des conduits

Etape clé n°4 : La pose de la membrane d'étanchéité à l'air (le cas échéant)

Dans le cas où une membrane d'étanchéité à l'air est prévue :

- Vérifier la continuité de la membrane d'étanchéité entre parois verticales et horizontales et la bonne mise en œuvre générale (éviter les plis, de tendre trop la membrane afin de limiter les percements)
- Vérifier l'absence d'accroc ou déchirement ; le cas échéant l'artisan devra calfeutrer avec un adhésif adéquat



© D. Marie

Figure 22 : Continuité de la membrane d'étanchéité à l'air

- Vérifier le raccord avec la maçonnerie pleine à l'aide de primaire d'accroche, de bande adhésive ou de colle spécifique



© Ampack



© Siga

Figure 23 : Utilisation d'un primaire d'accroche et d'une bande adhésive permet d'effectuer un raccord entre membrane/panneau et béton (ADEME)



© Isover

Figure 24 : Utilisation d'une colle spécifique permet également les raccords sur supports minéraux (ADEME)

NB : Dans le cas de murs anciens, humide ou d'utilisation d'isolants bio-sourcés (chanvre, fibre de bois, ...), il est recommandé que soit utilisée une membrane frein-vapeur ($S_d < 10\text{m}$) ou hygro-variable et non pare-vapeur ($S_d > 18\text{m}$), ce qui permettra une meilleure gestion des transferts de vapeur d'eau en cas de présence importante d'humidité dans l'isolant ou la paroi.

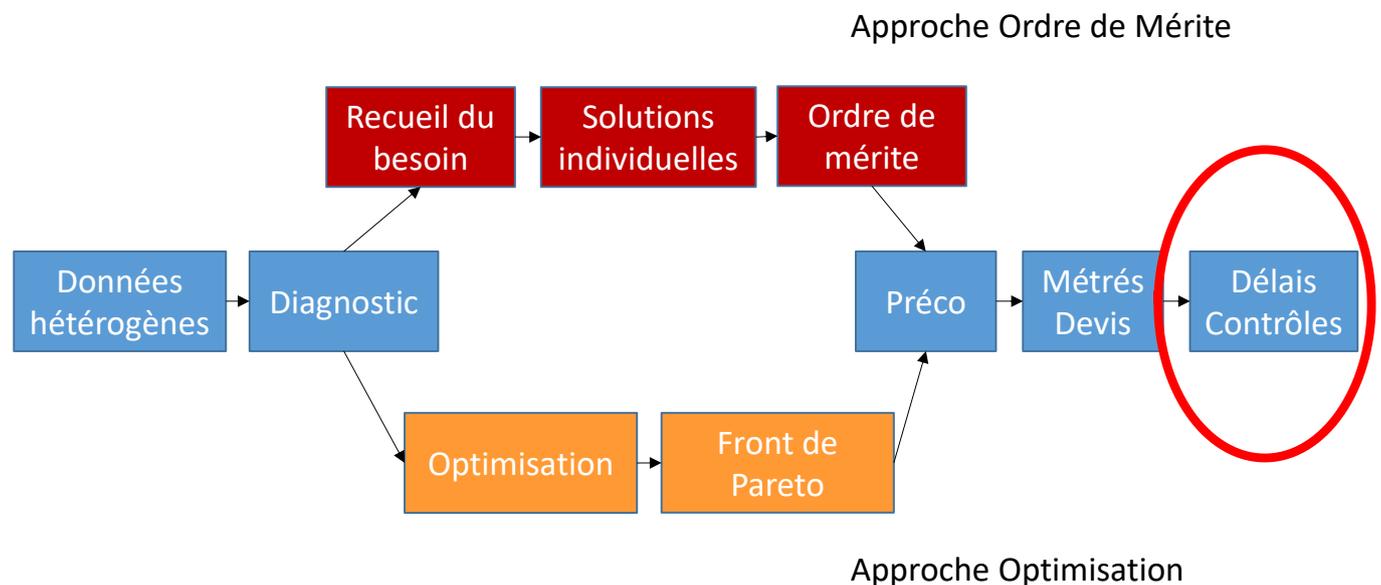
5 CONCLUSION SUR L'INTEGRATION DE L'EVALUATION DES DELAIS ET DE LA GENERATION DES FICHES DE CONTROLE QUALITE DANS LA CHAINE D'OUTIL DU PROCESSUS AUTOMATISE

23

Faute de temps disponible pour cela, la priorité ayant été donnée à la démonstration de la faisabilité de cette phase, les fonctionnalités d'estimation des délais et d'aide au contrôle qualité n'ont pas été directement intégrées dans la chaîne d'outil permettant l'automatisation et l'industrialisation du processus de rénovation.

Il nous semble cependant important de décrire comment nous envisageons cette intégration à terme afin de simplifier cette tâche lorsqu'elle sera devenue d'actualité et de conserver le mieux possible, pour un usage futur, l'état de nos connaissances et réflexions tel qu'il existe au moment de la clôture du projet Smart-Réno.

C'est l'objet de ce dernier chapitre du livrable de la tâche 2.5. Comme rappelé sur la figure suivante, cette étape se situe tout à la fin du workflow de la chaîne d'outils permettant l'automatisation et l'industrialisation du processus de rénovation.



5.1 INTEGRATION DE L'EVALUATION DES DELAIS DE CHANTIER

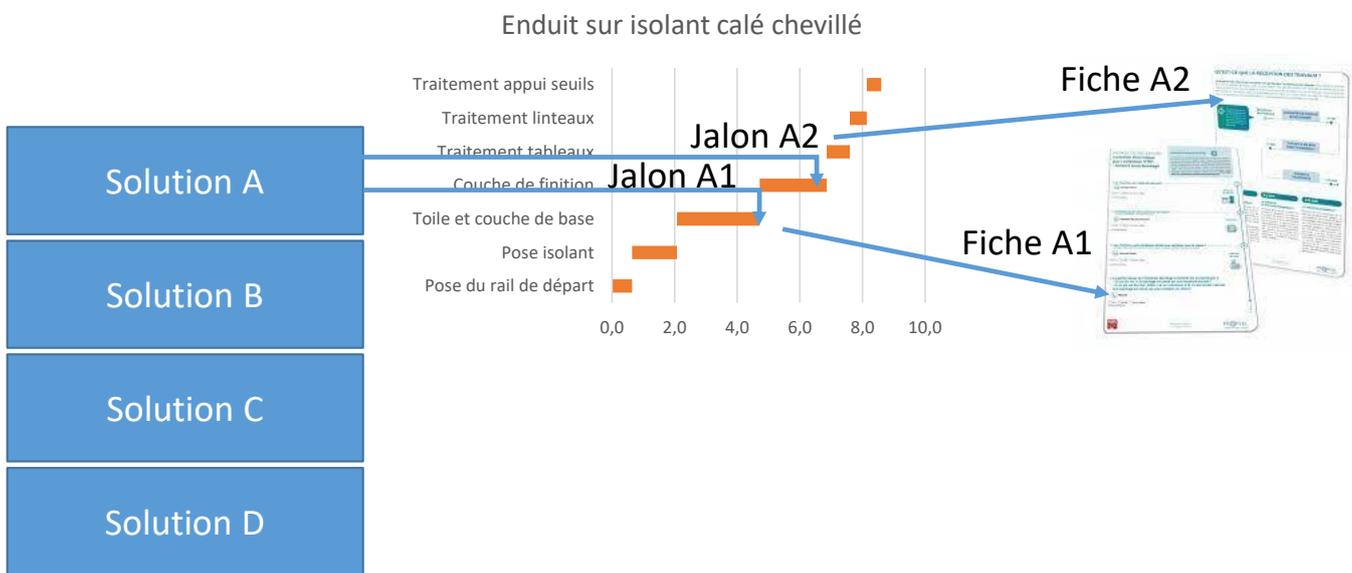
Comme indiqué dans le chapitre 3 ci-dessus, l'évaluation des délais exploite les fichiers Excel « Devis » développés dans la tâche 2.4. Ainsi, pour toutes les solutions préconisées, nous disposons en entrée d'un fichier « Devis ».

Sur cette base, pour chaque solution, nous souhaitons construire un nouveau fichier Excel intégrant les colonnes supplémentaires telles qu'indiqué dans le chapitre 3 (nombre d'intervenants, calcul du début, de la durée et de la fin de chaque phase des travaux). Ce nouveau fichier, permet à lui-seul d'élaborer le planning recherché.

Ce fichier peut être créé automatiquement à l'aide de macros Excell et de Visual Basic. Mais cela peut aussi être fait beaucoup plus simplement à l'aide de scripts Python en exploitant la bibliothèque Python en open-source XLWINGS (<https://www.xlwings.org/>).

5.2 INTEGRATION DE LA GENERATION DES FICHES DE CONTROLE QUALITE

L'intégration de cette fonctionnalité est plus complexe que pour la précédente. Elle se base toujours sur la liste des solutions préconisées. Mais cette fois, il faut générer les moments les plus favorables pour le contrôle (qui apparaîtront sous la forme de jalons à intégrer dans le planning généré précédemment) et pour chaque jalon, il faut générer la fiche de contrôle qui décrit les critères pratiques assurant de la bonne qualité de la réalisation. La figure suivante schématise cette procédure.



A ce stade, il convient de garder à l'esprit que les fiches de contrôle qualité ne dépendent que la solution de rénovation, mais que le positionnement des jalons dépend lui de chaque chantier.

Selon la procédure décrite au chapitre précédent, chaque jalon correspond nécessairement à une fin d'étape clé, donc à une fin de phase de travaux dans le planning. On peut donc le positionner (avec un sigle dédié) sans ambiguïté dans le planning des travaux.

Notre idée est d'utiliser ce sigle comme un lien actif (qui peut être cliqué à l'écran) qui renverrait l'utilisateur vers la fiche dédiée positionnée (avec toutes les autres fiches) sur le serveur de la chaîne d'outils.