

Un nouveau concept de distribution des fluides

REX BOURGOIN _____

Auteur

Jean-Claude MANGIN - ESIGEC

Rédaction - Mise en page

Christophe PERROCHEAU - Dac Communication

Photos

Jean-Claude MANGIN

Plan Urbanisme

Construction Architecture - Chantier 2000 - Juin 2001

Directeur de la publication

Olivier PIRON

Directeur de rédaction

Hervé TRANCART

Communication

Ellen OUAZAN

Arche de la Défense

92055 PARIS LA DÉFENSE Cedex 04

Tél : 01 40 81 24 33 - Fax : 01 40 81 23 82

Sommaire

► FICHE TECHNIQUE	p 3
► SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION	p 4
► PRÉSENTATION DE L'EXPÉRIMENTATION	p 6
► L'ENQUÊTE PRÉALABLE	p 7
Les dysfonctionnements liés aux fluides	p 7
Les entretiens	p 7
Les solutions étudiées	p 8
► DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION	p 12
Les solutions retenues	p 12
Mise en oeuvre des solutions	p 13
Conclusion	p 17
► ÉVALUATION ET PERSPECTIVES	p 18
Mise en oeuvre	p 18
Conception architecturale	p 18
Conception technique	p 18
Données économiques	p 19
Conclusion	p 19

Fiche technique :

REX BOURGOIN

► RÉSUMÉ DE L'EXPÉRIMENTATION

L'opération de Bourgoin a pour but d'expérimenter des voies nouvelles pour la conception et la réalisation d'un projet à partir d'un nouveau concept d'approche des fluides liquides et aérauliques. Ce nouveau concept allie une colonne de distribution et d'évacuation innovante et structurante à un réseau de raccordement secondaire métrologiquement souple. Il implique l'ensemble de la filière (maître d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises, fabricants, négociants) et recouvre les phases de programmation, conception, fabrication, chantier, maintenance.

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération comporte 37 logements collectifs. Le chantier a été réalisé entre 1998 et 1999.

► PARTENAIRES DE L'EXPÉRIMENTATION

Maître d'ouvrage

PLURALIS

Maîtrise d'œuvre

Cabinet d'architecture UA38
BETREC, *BET économie-structure-VRD*
CET, *BET fluides*

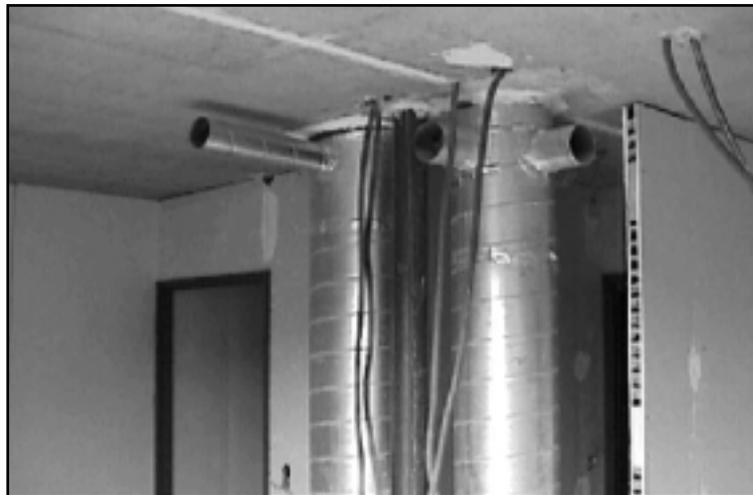
Entreprises

LEON GROSSE, *gros oeuvre*
AIMONETTO, *plomberie / VMC*

► ÉVALUATION DE L'EXPÉRIMENTATION

Jean-Claude MANGIN - ESIGEC
Campus Scientifique Savoie Technolac
73376 LE BOURGET DU LAC CEDEX
Tel. 04 76 75 88 23 - Fax 04 79 75 87 72

Synthèse de l'évaluation



La REX de Bourgoin a pour but d'expérimenter un nouveau concept de fluides qui allie une colonne de distribution et d'évacuation innovante et structurante à un réseau de raccordement secondaire métrologiquement souple.

Chacun des 37 logements de l'opération est équipé d'une gaine technique unique dont le rôle est d'assurer la distribution et l'évacuation des fluides. Dans cette gaine prennent place la ou les gaines de la VMC pour assurer l'extraction de l'air vicié des pièces de service ; une canalisation en fonte pour évacuer les eaux usées des équipements sanitaires des pièces ; un conduit collectif 3CE pour chaudières individuelles étanches, au gaz naturel.

Dans chaque logement, la production de chaleur et d'eau chaude sanitaire est assurée par une chaudière individuelle étanche au gaz naturel raccordée sur un conduit collectif type SPIRAL-GAZ 3CE (Aldès). Des tuyauteries souples en PER assurent la distribution du fluide caloporteur depuis des collecteurs distributeurs situés sous l'évier de la cuisine vers les radiateurs et les équipements sanitaires (lavabo, baignoire, évier). Le conduit spiral gaz 3CE permet l'amenée d'air comburant et l'évacuation collectives des produits de combustion des chaudières individuelles.

En phase de conception, il convient d'étudier précisément l'implantation des conduits dans la gaine technique vis-à-vis des pièces et équipements desservis, afin d'optimiser les dimensions de la gaine technique et de faciliter la phase de mise en œuvre. A cet effet, des plans de réservation dans les différentes gaines techniques ont été fournis à

l'entreprise chargée de la plomberie et de la VMC. Outre sa fonction d'évacuation des eaux usées, la canalisation en fonte joue le rôle de colonne structurante pour l'ensemble des éléments de la gaine. Cette colonne en fonte est constituée de tuyaux d hauteur d'étage. Au pied de chaque tuyau, est associée à la colonne une culotte chute unique qui propose trois raccords possibles avec les pièces de service. Ces raccords ont une position relative prédéterminée et donc figée. Ainsi la culotte en fonte pré-équipée de trois sorties fixes exige une implantation étudiée en fonction de l'emplacement des conduits d'évacuation à raccorder.

En phase de réalisation, il s'est avéré que le positionnement des conduits dans la gaine technique, tel que prévu, n'était pas toujours optimal et n'assurait pas un raccordement correct aux équipements sanitaires sur les plans technique et esthétique. En raison, d'une part de l'exigüité des gaines techniques, d'autre part de la volonté d'éviter que le passage des conduits de liaison vers la gaine technique soit apparent, il a été nécessaire de modifier le positionnement relatif des conduits dans certaines gaines techniques.

De même, les trémies de réservation des gaines techniques n'étaient pas de dimensions suffisantes pour faciliter la tâche de positionnement de la conduite d'évacuation ainsi que du conduit 3CE.

Le plaquiste a assuré l'habillage des gaines techniques avec des cloisons séparatives isolantes à base de plaques de plâtre. Grâce à une étude préalable correctement réalisée, il a assuré la pose du panneau de fermeture préfabriqué sans pro-



blème particulier.

La mise en œuvre des colonnes d'évacuation collective et des produits de combustion des chaudières individuelles étanches a elle-aussi révélé des imprécisions de positionnement. Les plans de réservation dans les gaines techniques prévoient une profondeur utile de 450 mm pour des conduits 3CE d'un diamètre de 400 mm. Lors des travaux, la tolérance de 50 mm s'est avérée juste suffisante en raison des défauts de positionnement vertical des trémies de réservation. Une profondeur utile de 500 mm faciliterait le travail de montage et d'empilage des conduits.

La pose des corps de chauffe a fait l'objet d'une nouvelle procédure de mise en œuvre, favorablement accueillie par les ouvriers pour sa capacité à faciliter la pose des radiateurs.. Dans un 1er temps, une réservation en polystyrène est réalisée avant le coulage de la dalle pour permettre le positionnement des banches du mur porteur et le passage des gaines de réservation des conduits PER. Cette réservation est positionnée en partie centrale du corps de chauffe afin de faciliter son raccordement ultérieur.

Après le montage de la cloison de doublage et la pose des plinthes, le plombier découpe dans le

doublage du mur, à la verticale de la réservation, un espace suffisant pour mettre en place un boîtier type "électricien". Ce boîtier sert à la remontée dans le doublage des conduits PER et au positionnement des raccords PER-cuivre. Les tuyaux de cuivre sont ensuite connectés aux "entrée-sortie" du corps de chauffe.

L'entreprise chargée du lot plomberie-VMC souligne que l'expérimentation de la gaine technique unique constitue un savoir-faire supplémentaire très appréciable. Son principal reproche concerne la taille insuffisante des gaines techniques qui, d'une part a allongé les délais de réalisation, d'autre part a accru l'inconfort lors de la pose des canalisations dans la gaine. Par contre, l'agencement intérieur des appartements, avec des pièces de service proches de la gaine technique, a réduit les délais de raccordements entre la gaine et les différents appareils sanitaires et de chauffage.

Malgré la dimension insuffisante des gaines techniques, le concept de la gaine unique et du conduit 3CE mis en œuvre à Bourgoin peut être considéré comme un succès et une innovation intéressante. Il apporte une réduction sensible des coûts par logement (à condition d'obtenir une répétitivité des plans d'étage) ; une unité de lieu de travail pour l'entreprise de plomberie ; la possibilité d'une organisation spatiale des cellules performante et intégrant le concept des cellules traversantes.

Le conduit 3CE, quant à lui, semble apporter un surcoût qui peut être compensé par ses avantages techniques : sécurité de fonctionnement accrue par la séparation physique de la VMC et du 3CE ; valeur ajoutée esthétique importante au niveau des façades ; entretien plus aisé.

Par rapport à cette opération, des progrès peuvent être accomplis sur le plan de l'intégration de la distribution des fluides pour concevoir des systèmes techniques intégrant des raccordements rapides, tant sur les corps de chauffe que sur les appareils ou les colonnes ; une distribution horizontale plus performante vis-à-vis de la pérennité des installations (utilisation de faux-plafonds par exemple) ; une standardisation des nourrices, aussi bien pour l'alimentation que la distribution ; des espaces spécifiques destinés à recevoir les équipements de production et de distribution.

Présentation de l'expérimentation



L'opération de Bourgoin (37 logements) a pour but d'expérimenter des voies nouvelles pour la conception et la réalisation d'un projet à partir d'un nouveau concept d'approche des fluides liquides et aérauliques. Ce nouveau concept allie une colonne de distribution et d'évacuation innovante et structurante à un réseau de raccordement secondaire métrologiquement souple. Il implique l'ensemble de la filière (maitre d'ouvrage, maître d'œuvre, entreprises, fabricants, négociants) et recouvre les phases de programmation, conception, fabrication, chantier, maintenance.

Les objectifs de l'expérimentation sont :

- d'entreprendre une nouvelle approche des lots fluides à chaque phase de déroulement du projet, avec des filtres successifs et interactifs de validation;
- d'introduire des produits industriels innovants et facilitant l'exécution du chantier;
- la résorption des dysfonctionnements du chantier;
- la validation des performances économiques des produits et techniques innovantes.

L'entreprise de fluides et l'entreprise générale sont les pivots autour desquels gravite cette innovation qui exige :

- intelligence de conception;
- qualité et rigueur de l'organisation du chantier;
- facilité de mise en œuvre et gains de pénibilité;
- gains de productivité;
- performance économique par rapport aux techniques traditionnelles.

Les industriels jouent également un rôle prépondérant dans la fourniture de techniques adaptées :

- PONT A MOUSSON pour les fontes "mât porteur" et les culottes à fût allongé;
- PLACOPLATRE pour les cloisons, banquettes sanitaires et gaines techniques (PLACOSTIL);
- ACOME pour les "hydrocâbles" de distribution ECFS et raccordement radiateurs;
- ALDES pour son système SPIRAL Gaz 3CE.

La performance du concept est subordonnée à une approche globale et coordonnée de ces techniques sur le chantier et un redéveloppement de certaines d'entre elles.

Le concept repose également sur la mise au point :

- d'un système de réservation des trémies performant sur les plans acoustique et feu incorporant au coulage des réservations tubes pour le passage des canalisations ;
- d'un principe de fermeture des gaines techniques très facile à démonter pour la maintenance (PLACOPLATRE sera sollicité à cet effet).

La réussite de l'expérimentation passe in fine par l'intérêt que peut y trouver l'entreprise, celle-ci étant le support privilégié pour promouvoir le système.

L'enquête préalable

Cette enquête, menée par deux élèves-ingénieurs de la filière bâtiment de l'ESIGEC, s'est scindée en trois phases :

- Phase 1 : étude des dysfonctionnements liés aux fluides à partir d'une enquête interne à l'entreprise LEON GROSSE;
- Phase 2 : enquête sur les solutions technologiques possibles. Elle a été menée auprès des différentes entreprises industrielles du secteur fluides impliquées dans le projet;
- Phase 3 : propositions d'amélioration.

► LES DYSFONCTIONNEMENTS LIÉS AUX FLUIDES

En juillet 1994, l'entreprise LEON GROSSE a mené une première enquête sur les dysfonctionnements liés aux fluides pour les lots suivants : plomberie, chauffage, climatisation, ventilation et électricité.

L'enquête a été effectuée sur trois chantiers de l'entreprise : chantier ESFR Synchroton à Grenoble, chantier d'un centre commercial à Thoiry, chantier de logements à Champs sur Marne. Les dysfonctionnements ont été recensés à l'aide d'un questionnaire élaboré par l'entreprise. Plusieurs familles de problèmes ont été répertoriées :

- mise à jour des plans;
- conception technique;
- mise en œuvre;
- communication;
- organisation du chantier;
- dégradation naturelle des matériaux;
- moyens financiers.

Pour chaque famille, les dysfonctionnements majeurs, ainsi que leurs conséquences en termes de coût de construction, de coût d'entretien et de maintenance, de délai de chantier et de qualité, ont été repérés.

Mise à jour des plans

- Disparité des informations entre les différentes versions.

Conséquences

- Mauvaise qualité des travaux
- Augmentation du coût de construction

Qualité de la conception technique

- Oublis et erreurs des BET

- Dimensionnement et positionnement erronés

Conséquences

- Augmentation des coûts (construction, maintenance)
- Délais de chantier
- Qualité
- Confort réduit pour les usagers

Qualité de la mise en œuvre

- Erreurs dues à la non-qualité

Conséquences

- Coûts accrus
- Retards de délais
- Perte de qualité

Communication

- Problèmes entre lots techniques

Conséquence

- Avancement retardé

Organisation du chantier

- Définition imprécise des tâches
- Coordination et planification
- Approvisionnements

Conséquences

- Pertes de temps et retards de délais
- Responsabilités mal définies

Dégradation des matériaux

- Corrosion des installations
- Entartrage des installations
- Parois des fosses septiques attaquées

Moyens financiers

- Mauvaise gestion du nettoyage
- Innovation insuffisante
- Préparation de chantier insuffisante

A la suite de cette première enquête, les élèves de l'ESIGEC ont mené une enquête complémentaire portant sur des solutions technologiques innovantes permettant de réduire l'ensemble de ces dysfonctionnements

► LES ENTRETIENS

L'objet de la recherche expérimentale menée étant de trouver des solutions sur les plans techniques, organisationnels, économique, cette seconde enquête a été effectuée sur la base d'un guide d'entretien organisé en trois grands parties :

1 - Présentation de la personne interrogée et de l'entreprise;

2 - Difficultés rencontrées sur le plan des fluides :

- au plan de la conception technique;
- au plan de la réalisation sur chantier;
- au plan de l'organisation logistique.

3 - Solutions technologiques proposées par l'entreprise :

- description de l'innovation;
- bilan de l'innovation;
- application au chantier expérimental de Bourgoin.

Huit entreprises ont été interrogées. Ci-dessous la synthèse de ces entretiens.

ACOME

- Difficulté rencontrée : intégration des systèmes hydrocablés dans le béton de la structure.
- Solution proposée : système hydrocablé colonne montante Instaflex.

ACOVA

- Difficulté rencontrée : raccordement du radiateur dans différentes positions.
- Solution proposée : radiateur Dia-Therm LX.

PLACOPLATRE

- Difficulté rencontrée : erreurs de dimensionnements des cloisons, notamment au plan acoustique.
- Solution proposée : fixation des appareils sanitaires sur les cloisons. Habillage de la gaine technique et de la trappe de visite.

CET

- Difficulté rencontrée : coordination entre corps d'état; superposition des tâches des corps d'état sur le chantier.
- Solution proposée : gaine palière Gianola raccordée au système hydrocablé.

VERITAS

- Difficultés rencontrées : oublis de réservation GO; description insuffisante du travail de chaque lot; documents diffusés avec retard.

PONT A MOUSSON

- Solution proposée : colonne mât porteur en fonte munie d'un kit (isolation thermique, stabilité au feu) pour passage des canalisations au niveau de la dalle.

SIPOREX

- Solution proposée : plaque de béton cellulaire (isolation thermique, stabilité au feu) pour passage des canalisations au niveau de la dalle.

► **LES SOLUTIONS ÉTUDIÉES**

Dans la perspective du chantier expérimental de Bourgoin, un système global de distribution des fluides a été étudié sur la base des propositions des entreprises. L'étude a plus particulièrement porté sur :

- la conception de la gaine et le mât porteur;
- la fermeture de la gaine;
- l'accessibilité et la maintenance;
- le raccord chauffage, eau, ECS;
- la fermeture de la réservation de la dalle;
- la fixation des appareils sanitaires sur les cloisons.

Conception de la gaine

A l'heure actuelle, il existe deux principes de conception de gaine technique (GT) :

- regroupement dans une même gaine de l'alimentation et de l'évacuation;
- alimentation et évacuation dans deux gaines différentes.

Dans ces deux cas, une gaine unique positionnée au centre des pièces humides (cuisine, WC, salle de bains) est souhaitable.

1ère solution : alimentation et évacuation dans la même gaine

Dans cette configuration, la gaine VMC et l'évacuation se trouvent souvent du côté de la trappe de visite, alors qu'elles sont pourtant sujettes à maintenance. D'où l'intérêt de placer l'alimentation du côté de la trappe de visite. Dans ce cas de figure, l'alimentation est assurée par le système de canalisations pour conduits et colonnes montantes "INSTAFLEX ACOME +GF+". Les tubes et raccords du système sont en polybutène (PB) qui est un thermoplastique soudable par polyfusion (cela permet de réaliser d'appréciables économies de temps et d'argent par l'utilisation d'un outil peu encombrant et adaptable à tous les diamètres). Les avantages de ce matériau sont :

- une haute tenue dans le temps;
- une excellente résistance au fendillement par contrainte;
- l'incorrodabilité;

- une haute résistance aux chocs et à l'usure par abrasion;
- de moindres pertes de charges;
- la légèreté;
- des qualités d'isolation thermique et acoustique;
- la compatibilité avec les traceurs électriques;
- la stabilité dimensionnelle à chaud;
- des qualités permettant une préfabrication en atelier et donc une réduction de temps d'intervention sur les chantiers.

Cependant, l'accrochage de ce matériau implique de disposer d'un ou plusieurs rails reliés à un élément porteur. Les colliers de fixation autour des tuyaux sont antivibratiles. Il serait donc intéressant d'utiliser un mât porteur pour l'évacuation. L'évacuation est assurée par une colonne de PONT A MOUSSON en fonte qui servira de mât porteur au système INSTAFLEX. Les avantages de cette colonne sont :

- de très bonnes performances acoustiques dues à la masse surfacique (pour une même épaisseur de PVC, un gain de 10 dBA en indice d'affaiblissement en mettant de la fonte). La prévention (réduction du bruit émis) est plus aisée et plus économique que toute action curative (renforcement des isolations de la gaine) ;
- une bonne résistance mécanique et bonne stabilité;
- de bonnes performances vis à vis de la sécurité incendie (réaction au feu, classement Mo).

2ème solution : alimentation et évacuation séparées dans deux gaines

L'alimentation est placée au niveau du palier pour le comptage des calories de chaque appartement et l'évacuation est située dans les appartements. Dans la gaine palière est installé un nouveau concept de distribution des fluides, de la chaufferie aux étages. La gaine palière GIANOLA est un élément modulaire préfabriqué qui assure le transfert de l'eau du circuit du chauffage de l'EF et ECS. Le module thermique multi-appartement assure la distribution de l'eau du circuit de chauffage et le comptage des calories de chaque appartement. Les avantages de ce système sont :

- un classement au feu M1;
- une bonne isolation acoustique par mousse de polyuréthane injectée sous le coffret;
- dans chaque dalle, incorporation d'un gabarit de pré-positionnement des tuyauteries souples de

chauffage et de sanitaire en PER, noyées dans celles-ci.

Fermeture de la gaine

L'habillage de la gaine sera réalisé en PLACOSTIL. Le montage de la gaine technique s'effectuera à l'aide d'un rail "R PRIM". L'ossature spéciale permet la constitution d'une paroi double sans intervention du côté intérieur. Ce procédé n'engendre aucun problème d'interfaces particulier car il intervient en phase finale du montage de la gaine. En outre, il présente plusieurs avantages :

- un degré CF de traversée allant de 1/2 h à 2 heures (la réglementation pour un bâtiment de 2ème famille impose un CF de 1/2 h) ; la réaction au feu est M1;
- des indices d'affaiblissement acoustique entre étages supérieurs à 55 dBA;
- des plaques PLACOSTIL qui, bien que non porteuses, supportent sans désordre les contraintes résultant des déformations du gros oeuvre;
- une facilité de mise en œuvre.

Accessibilité, maintenance

Actuellement, les trappes de visites sont d'une dimension de 50x50 cm, en agglomérés de 22mm, et sont munies d'un cadre en bois dur et d'un joint d'étanchéité en feuillure. Cette pratique ne répond pas correctement aux exigences de maintenance. Une trappe de visite, s'ouvrant sur toute la largeur de la gaine, adaptée au produit PLACOSTIL et répondant aux exigences de sécurité et d'acoustique, serait nécessaire.

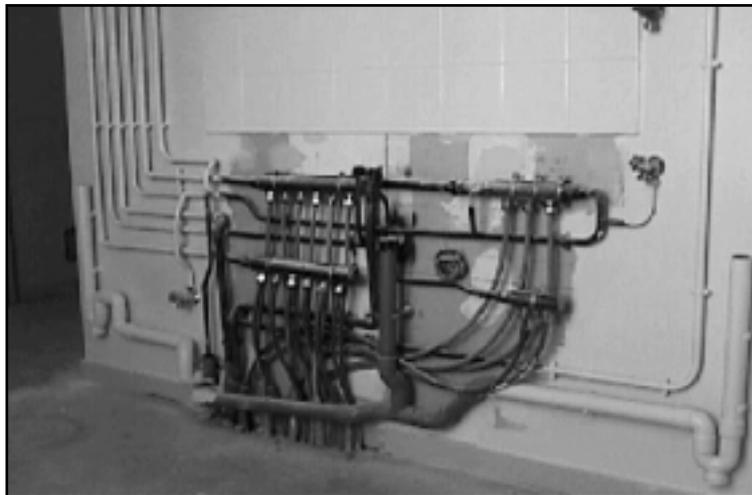
Cette solution n'est intéressante que dans le cas où la gaine technique regroupe l'alimentation et l'évacuation. En effet, les gaines palières comportent des portes de visite et les gaines techniques localisées dans l'appartement ne nécessitent presque pas de maintenance, les VMC et les évacuations étant très rarement sujettes à problèmes.

Raccord chauffage, EF, ECS.

Le système hydrocâblé

Il s'agit d'une structure hydraulique en pieuvre utilisée pour le réseau de chauffage (ce procédé sera également utilisé pour l'alimentation des appareils sanitaires en EF et ECS). Chaque radiateur est alimenté par des tubes en Polyéthylène Réticulé (PER) à partir d'un répartiteur central.

Pour le client, ce système présente comme avantages :



- la maintenance : l'utilisation des tubes PER améliore la longévité de l'installation (tubes incorrodables). D'où absence de risques de percement ou de vieillissement prématuré des canalisations. La dilatation des tubes interdit la fixation du tartre sur les parois intérieures;
- la longévité : les tubes PER mis en œuvre sous gaine facilitent les interventions et les réparations ;
- la réduction des pertes de chaleur par la mise en œuvre sous fourreau et la faible capacité en eau des réseaux hydrocablés en logement neuf ;
- le confort acoustique : le tube PER semi-rigide ne transmet pas les bruits ;
- le confort esthétique : les réseaux et les raccordements sont invisibles.

Pour l'installateur, ce système présente comme avantages :

- la réduction du temps de main d'œuvre : pour une équipe rodée, le temps de pose d'une installation hydrocablée peut être deux divisé par deux par rapport à une installation en cuivre ;
- la simplicité de l'outillage : perceuse, scie-cloche, tournevis, coupe-tube, pince à sertir. Le coût modeste de l'outillage, de 2500 F à 3000 F, permet aux entreprises de multiplier les équipes plus facilement ;
- la polyvalence des équipes : dans cette technique, l'hydrocâblé ne requiert pas de main d'œuvre spécialisée ;
- la garantie biennale : les tubes gainés demeurant toujours accessibles, l'installateur ne supporte qu'une garantie biennale ;
- l'amélioration des marges : bien adapté aux

constructions neuves, l'hydrocâblé améliore les marges des entreprises par la réduction du temps de pose.

Pour les grossistes, les avantages du système s'expriment sur les plans du stockage et de la manutention (légereté, maniabilité du matériel, peu de casses).

Enfin, par rapport au cuivre, le PER présente plusieurs avantages : facilité d'installation ; installation esthétique ; réduction du bruit ; durée de vie ; absence de panne ; facilité d'entretien.

Le corps de chauffe

Il s'agit du radiateur "DIA-THERM LX" d'ACOVA qui est constitué d'un panneau en acier habillé d'une grille supérieure et de parois latérales soudées en usine. Il est particulièrement adapté aux installations hydrocablées.

Ce radiateur présente comme avantages :

- une conception qui permet d'assurer une parfaite irrigation, une purge d'air rapide et des économies de montage ;
- des solutions de raccordement multiples (il est équipé de 5 manchons, de tuyauteries et de corps de robinet intégrés au radiateur);
- des consoles permettant un accrochage discret et autorisant sa réversibilité;
- un passage du bitube au monotube avec adaptateur.

Fermeture de la réservation de la dalle

Du béton cellulaire SIPOREX sera utilisé pour la réservation du passage des canalisations dans la dalle. De manière générale, le remplissage de la

réserve est effectuée après la pose des canalisations à l'aide d'un coffrage traditionnel et du béton ou des matériaux inadéquats. D'où l'intérêt d'utiliser un matériau servant de réserve en amont du coulage de la dalle - en l'occurrence le béton cellulaire - qui :

- présente un excellent comportement au feu (résistance au feu de 6h pour une épaisseur > 10 cm);
- répond aux exigences acoustiques;
- est facile à mettre en œuvre;
- est plus léger que le béton (masse volumique de 400 à 600 kg/m³).

Fixation des appareils sanitaires

Les cloisons et banquettes techniques sont constituées de plaques PLACOPLATRE standard ou spéciales vissées sur une double ossature en acier galvanisé PLACOSTIL standard, associée aux montants renforcés et support sanitaire PLACOSTIL. Le support sanitaire PLACOSTIL permet de fixer :

- tous les types d'appareils suspendus (lavabos, bidet, WC);
- tous les types d'alimentation (ECS ou EF) en cuivre, acier, PER;
- tous les types d'évacuations (EV, EU) en fonte, polyéthylène, PVC.

L'épaisseur de la cloison est conditionnée par l'encombrement des équipements qui y sont intégrés.

Les interfaces entre les solutions

- INSTAFLEX (ACOME) et mât porteur en fonte (PONT A MOUSSON)

Le mât porteur en fonte présente des caractéristiques de résistance au feu et acoustique très performantes. Cependant, il est localisé dans une gaine comportant d'autres matériaux moins performants dans ces domaines, ce qui implique de prévoir une isolation acoustique et un système de protection au feu pour la gaine. Le critère de choix du matériau fonte perd donc de son intérêt.

- Gaine palière GIANOLA - Dalle SIPOREX
La dalle SIPOREX et la gaine palière GIANOLA sont incompatibles.

- Mât porteur en fonte (PONT-A-MOUSSON) - Gaine palière préfabriquée GIANOLA.

Dans le cas d'une gaine palière, l'évacuation étant séparée de l'alimentation, le matériau porteur en fonte ne servira qu'à supporter la VMC et perdra

son intérêt de matériau porteur.

- Dalle SIPOREX - Mât porteur en fonte (PONT-A-MOUSSON).

La culotte PONT-A-MOUSSON a pour intérêt d'éviter un joint au niveau du passage de la dalle. Le passage de la dalle SIPOREX sera donc facilité.

- ACOME-BILLON (Hydrocâblé) - SIPOREX (Dalle).

Trois appartements par niveau nécessitent douze tuyaux d'alimentation en PER, avec pour effet des difficultés pour le passage des tuyaux dans la dalle SIPOREX. La difficulté est d'éviter de casser le SIPOREX en effectuant les saignées.

Les armatures du SIPOREX posent des problèmes pour la réserve sur chantier. Il faudrait envisager de les remplacer par un matériau fibreux, ou augmenter suffisamment l'épaisseur de la dalle pour le ferrailage. Pour les trous de diamètres supérieurs à 6 cm, il faudrait percer les dalles SIPOREX en usine car la mise en œuvre est trop compliquée sur le chantier.

- Dalle béton Dalle SIPOREX

L'étude d'une section tronconique facilitant le traitement acoustique et antivibratile (utilisation de produit résilient tel que Phaltec) sera nécessaire.

Déroulement de l'expérimentation



Entre octobre 1995 et avril 1998, l'opération de l'Etissey a fait l'objet d'une refonte complète sur les plans des intervenants, de l'architecture et des solutions techniques adoptées. Le concept initial de fluides a subi d'importantes modifications. Les solutions effectivement mises en place sont présentées dans les paragraphes suivants.

► LES SOLUTIONS RETENUES

La gaine technique unique

Chacun des 37 logements est équipé d'une gaine technique unique dont le rôle est d'assurer la distribution et l'évacuation des fluides. Dans cette gaine prennent place :

- la ou les gaines de la VMC afin d'assurer l'extraction de l'air vicié des pièces de service (cuisine, salle de bains et WC);
- une canalisation en fonte pour évacuer les eaux usées des équipements sanitaires des pièces précédentes (évier, lave-linge, lavabo, baignoire, WC...);
- un conduit collectif 3CE pour chaudières individuelles étanches, au gaz naturel.

L'aménagement intérieur des logements est directement influencé par ce concept de gaine unique :

- le coin nuit est dissocié des pièces techniques (cuisine, salle de bains, WC);
- le regroupement des pièces de service près de la gaine technique engendre très souvent la présence d'une salle de bains aveugle.

Ce concept est par ailleurs difficilement applicable à un logement type T5 pour lequel la création d'un

deuxième coin nuit avec un bloc sanitaire indépendant est nécessaire.

Les canalisations d'alimentation en eau froide des équipements sanitaires sont implantées dans les gaines techniques palières pour faciliter le comptage des consommations. Il serait possible d'adjoindre aux conduits précédents une canalisation de descente des eaux pluviales.

En phase de conception, il convient d'étudier précisément l'implantation des conduits dans la gaine technique vis-à-vis des pièces et équipements desservis, afin d'optimiser les dimensions de la gaine technique et de faciliter la phase de mise en œuvre. A cet effet, des plans de réservation dans les différentes gaines techniques ont été fournis à l'entreprise chargée de la plomberie et de la VMC.

La colonne structurante en fonte

Outre sa fonction d'évacuation des eaux usées, la canalisation en fonte joue le rôle de colonne structurante pour l'ensemble des éléments de la gaine par l'intermédiaire d'un rail métallique support et écarteur des différentes colonnes. Chaque tuyau, d'une hauteur d'étage, est équipé d'une culotte chute unique présentant trois raccords possibles avec les pièces de service (cuisine, salle de bains et WC). Le raccordement d'étage à étage s'effectue par joint SMU garantissant la sécurité incendie des bâtiments et le respect de la réglementation acoustique. En raison de la densité des canalisations dans la gaine technique, le passage de chaque dalle n'a fait l'objet d'aucun traitement particulier : il est réalisé grâce à une trémie classique, remplie par du polystyrène et équipée d'une pro-

tection entre niveaux lors de la phase d'exécution.

La fermeture de la gaine technique

Les parois latérales de la gaine technique doivent répondre à des exigences acoustiques et respecter la réglementation incendie :

- l'indice d'affaiblissement acoustique R doit au moins être égal à 43 dBA (resp. 38 dBA) vis-à-vis des pièces principales (resp. des pièces de service);
- le degré coupe-feu doit être au moins égal à une demi-heure.

Les cloisons de distribution PLACOSTIL garnies de 8 cm de laine minérale remplissent ces conditions et facilitent la mise en œuvre des raccords souples (VMC et conduit 3CE) ou rigides (raccords PVC) entre les conduits de la gaine technique et les équipements desservis (chaudière, évier, baignoire...).

Aux exigences précédentes (acoustique et sécurité incendie), s'ajoute l'élément frontal de la fermeture de la gaine technique qui doit faire preuve de qualités d'accessibilité et de maintenance.

Afin de réduire le poids de l'élément de fermeture et permettre la manutention (montage et démontage) par une seule personne, le panneau frontal est fractionné en deux grands éléments démontables sur une hauteur de 1,80 m en conservant un soubassement (hauteur 30 cm) et une imposte (hauteur 40 cm) fixes.

Pour des raisons d'esthétique et de pérennité, le panneau de fermeture est constitué d'aggloméré de bois type MEDIUM ; il est préparé en atelier puis monté et ajusté aux cloisons en PLACOSTIL par un seul ouvrier.

Production et distribution du chauffage et de l'ECS

Dans chaque logement, la production de chaleur est assurée par une chaudière individuelle étanche au gaz naturel raccordée sur un conduit collectif type SPIRAL-GAZ 3CE (Marque Aldès). Elle fournit les besoins en chauffage et eau chaude sanitaire. Des tuyauteries souples en PER assurent la distribution du fluide caloporteur depuis des collecteurs distributeurs situés sous l'évier de la cuisine vers les radiateurs et les équipements sanitaires (lavabo, baignoire, évier).

Le conduit spiral gaz 3CE permet l'amenée d'air comburant et l'évacuation collective des produits de combustion des chaudières individuelles

étanches. Il est composé de deux conduits collectifs verticaux concentriques débouchant en toiture :

- le conduit extérieur, en acier galvanisé, amène l'air nécessaire à la combustion des chaudières raccordées;
- le conduit intérieur, en aluminium, évacue les produits de combustion par tirage naturel.

L'ensemble est raccordé en partie supérieure à une sortie de toit spécifique.

La différence de température entre l'arrivée d'air neuf frais et le départ des gaz chauds de combustion provoque obligatoirement des condensations dans la gaine extérieure qu'il faut évacuer. Une évacuation des condensations est donc prévue en pied de colonne. Toujours en pied de colonne, une pièce d'équilibrage est placée entre le conduit d'amenée d'air et le conduit d'évacuation afin d'obtenir une homogénéité des pressions entre ces deux conduits.

Parmi les différents procédés technologiques de la filière chaudière individuelle au gaz naturel (conduit 3CE, VMC-Gaz, chaudière en ventouse), la solution du conduit 3CE présente l'avantage de valoriser le concept de la gaine technique unique par logement. Elle se traduit par une dissociation totale de la ventilation mécanique contrôlée et du système de chauffage au gaz naturel, dans un contexte où les logements sont de plus en plus étanches. Ainsi il est possible d'envisager de faire fonctionner la VMC avec des débits de renouvellement d'air modulables en fonction des taux d'occupation et d'activité du logement. De plus, ce procédé évite l'inconvénient majeur de la solution VMC-Gaz qui impose l'asservissement du fonctionnement de la chaudière individuelle à la VMC : un défaut de fonctionnement de la VMC implique l'arrêt automatique de la chaudière pour des raisons de sécurité.

Enfin, grâce à la solution 3CE, les ventouses des chaudières ne constituent plus un facteur de dépréciation des façades d'immeubles.

► MISE EN ŒUVRE DES SOLUTIONS

Le suivi-évaluation de l'expérimentation s'est déroulé de janvier à avril 1999. Il a porté sur le bâtiment 1 représentatif de l'ensemble de l'opération, et plus particulièrement sur le lot fluides. Un



suivi périodique de l'avancement des travaux (visite du chantier et participation aux réunions de chantier tous les quinze jours), complété par des contacts fréquents avec les ouvriers de l'entreprise Aimonetto chargée du lot plomberie-VMC, a permis de collecter les points de vue et appréciations vis-à-vis des partis techniques expérimentés. Selon nous, le caractère expérimental de cette opération n'a pas généré d'ajustements particuliers par rapport à une opération classique. Grâce à une phase de conception bien maîtrisée, les réunions de coordination de chantier n'ont fait l'objet d'aucune remise en cause profonde des choix techniques retenus.

La gaine technique unique

Le concept de gaine technique unique impose un agencement spécifique des pièces du logement ; les pièces de service (WC, cuisine, salle de bains) sont situées en périphérie de la gaine pour limiter les longueurs de raccordement entre les équipements sanitaires et les conduits de la gaine.

En phase de réalisation, il s'est avéré que le positionnement des conduits dans la gaine technique, tel que prévu, n'était pas toujours optimal et n'assurait pas un raccordement correct aux équipe-

ments sanitaires sur les plans technique et esthétique. En raison, d'une part de l'exigüité des gaines techniques, d'autre part de la volonté d'éviter que le passage des conduits de liaison vers la gaine technique soit apparent, il a été nécessaire de modifier le positionnement relatif des conduits dans certaines gaines techniques. Pour les mêmes raisons, un second conduit de VMC a été proposé dès la phase de conception dans les gaines n°3, 4 et 7.

L'entreprise de fluides aurait préféré travailler sur une gaine technique aux dimensions plus grandes pour faciliter la mise en œuvre des conduits et leur raccordement aux équipements sanitaires. Ce besoin est d'autant plus crucial que le conduit 3CE présente un encombrement très important et qu'il occupe toute la largeur de la gaine technique. Pour les projets futurs, il conviendra de prévoir un espace de dégagement entre le conduit le plus encombrant et la largeur de la gaine technique.

Malgré ces difficultés, le concept de gaine technique unique a été accueilli favorablement par les ouvriers dont le travail est simplifié par le regroupement des conduits dans un seul point de l'appartement.

Dans le cas d'un bâtiment doté d'une toiture-terrasse, le principe de la gaine technique unique associé à un conduit 3CE présente une difficulté : le conduit 3CE et la (ou les) gaine VMC débouchent en toiture au même endroit et dans un espace restreint. Ainsi, la distance minimale entre les souches de la VMC et la sortie de toiture du système spiral gaz 3CE semble difficile à respecter pour réaliser une embase d'étanchéité efficace. Seul le dévoiement de la gaine VMC pourrait résoudre ce problème.

La colonne structurante en fonte

Le concept de gaine centrale développé à Bourgoin s'appuie sur le principe d'une chute unique en fonte servant de colonne structurante par l'intermédiaire d'un rail métallique support et écarteur des différentes colonnes de fluides. En raison des faibles dimensions des gaines techniques, la colonne en fonte ne joue pas un rôle porteur proprement dit, mais exerce plutôt une action de maintien et de liaison entre les différents composants de la gaine.

Cette colonne en fonte est constituée de tuyaux d'hauteur d'étage. Au pied de chaque tuyau, c'est-à-dire au ras de la dalle, est associée à la colonne une culotte chute unique qui propose trois raccordements possibles avec les pièces de service.

Ces raccords ont une position relative prédéterminée et donc figée. Ainsi la culotte en fonte pré-équipée de trois sorties fixes exige une implantation étudiée en fonction de l'emplacement des conduits d'évacuation à raccorder.

Ce détail technique précise et conforte les propos précédents, à savoir que les trémies de réservation des gaines techniques n'étaient pas de dimensions suffisantes pour faciliter la tâche de positionnement de la conduite d'évacuation ainsi que du conduit 3CE.

La position de la culotte en fonte, au ras de la dalle, a constitué un handicap pour la rapidité d'exécution des travaux, notamment pour le raccordement des eaux vannes de WC. En effet, l'évacuation de la cuvette des WC étant située environ 30 cm au dessus de la culotte en fonte, il a été nécessaire de mettre en place un coude pour compenser la brusque différence de niveau entre les deux points de raccordement.

Sur ce sujet, l'entreprise de fluides souligne son habitude à manipuler des conduits d'évacuation en PVC plutôt qu'en fonte. Le PVC présente l'avantage d'être plus léger et plus facilement manipulable. Il permet aussi de travailler avec des longueurs de conduits variables et offre une gamme de raccords très large. Ainsi, l'emploi du PVC aurait évité les difficultés susmentionnés ou, tout au moins, les aurait rapidement résolus.

La liaison des conduits en fonte en hauteur d'étage est assurée par un joint de raccordement et d'étanchéité en élastomère SMU qui est emprisonné dans la dalle et maintenu au conduit en fonte par un collier métallique. Ce montage peut éventuellement présenter des problèmes de durabilité, avec pour effets des défauts d'étanchéité et des travaux de réparation et de maintenance coûteux et difficiles à entreprendre en raison de l'emplacement du joint de raccordement.

Malgré ces réserves, la colonne d'évacuation en fonte présente de meilleures performances acoustiques et de qualités vis-à-vis de la sécurité incendie que le PVC.

La fermeture de la gaine technique

Le plaquiste a assuré l'habillage des gaines techniques avec des cloisons séparatives isolantes à base de plaques de plâtre. Nous avons précédemment mentionné l'importance de cette interface du point de vue des exigences acoustiques, incendie et de maintenance. Grâce à une étude pré-

lable correctement réalisée, le plaquiste a assuré la pose du panneau de fermeture préfabriqué sans problème particulier.

La production et la distribution du chauffage et de l'ECS

Cette phase de réalisation comprend trois composantes :

- le conduit spiral gaz 3CE;
- la production et la distribution du chauffage proprement dit;
- les émetteurs de chaleur.

La mise en œuvre des colonnes d'évacuation collective et des produits de combustion des chaudières individuelles étanches a de nouveau révélé des imprécisions de positionnement. Les plans de réservation dans les gaines techniques prévoient une profondeur utile de 450 mm pour des conduits 3CE d'un diamètre de 400 mm. Lors des travaux, la tolérance de 50 mm s'est avérée juste suffisante en raison des défauts de positionnement vertical des trémies de réservation. Une profondeur utile de 500 mm faciliterait le travail de montage et d'empilage des conduits.

Le conduit spiral gaz 3CE ne doit comporter aucun dévoiement. Ainsi, il doit être axé sur un passage libre vers la sortie de toiture. Dans notre cas, il débouche dans les combles du bâtiment et son passage est gêné par les fermettes de la charpente. Il a donc été nécessaire de rompre la continuité des fermettes et de mettre en place un chevêtre de renfort tout en respectant une garde au feu minimale entre le conduit et la charpente.

La dernière phase du montage du système 3CE consiste à raccorder les conduits de liaison de la colonne 3CE à la sortie de toiture spécifique. Un soin particulier doit être apporté à la réalisation de l'embase d'étanchéité située entre le corps de souche assurant la diffusion des produits de combustion, et le cadre de fixation assurant la stabilité de l'ensemble sur la charpente. L'embase d'étanchéité est réalisée en fonction des matériaux de couverture et de la pente du toit. Cependant, le produit de fabrication standard délivré avec la sortie de toiture ne convient pas toujours ; les ouvriers doivent alors le modifier pour assurer une parfaite étanchéité à la toiture.

La phase de réalisation du réseau de distribution de chauffage est particulièrement importante dans



le lot fluides ; elle se répète dans chaque appartement et présente encore un caractère fortement manuel (produits et éléments préfabriqués peu présents et prépondérance de tâches comme le soudage, cintrage, adaptation des longueurs des conduits, ...). Ainsi, il semble possible d'améliorer la qualité du travail tout en réduisant les temps de pose et de mise en œuvre.

Si peu d'améliorations sont à attendre de la pose des gaines de réservation pour le passage des canalisations de distribution en PER coulées dans les dalles, en revanche des progrès sont possibles pour faciliter la pose des corps de chauffe et la réalisation du réseau primaire de distribution (de la chaudière jusqu'aux collecteurs départ et retour des réseaux secondaires de chauffage et d'ECS).

Sur ce chantier, le réseau différerait peu d'un appartement à l'autre :

- le réseau primaire est situé sur le même pan de mur porteur, à droite ou à gauche de la chaudière;
- les éléments hydrauliques préfabriqués sont toujours les mêmes (nourrice départ chauffage, nourrice retour chauffage, nourrice eau sanitaire, vanne d'arrêt...) et toujours situés sous le meuble de l'évier en cuisine;
- les variantes de réalisation portent sur la longueur des canalisations de raccordement et la place disponible sous l'évier.

Dans ce cas de figure, disposer de kits hydrauliques préfabriqués qui prendraient place sous la chaudière (zone généralement peu aménageable) serait un atout. Leur rôle serait d'assurer la distribution du réseau de chauffage et d'eau chaude ainsi que l'alimentation en eau et gaz de la chau-

dière. Un placard technique serait positionné en cuisine avec deux trappes de visite à accès permanent, l'une pour la chaudière étanche, l'autre pour le réseau primaire. Dans le même esprit, il serait intéressant d'implanter la chaudière au dos de la gaine technique pour disposer d'un raccord direct sur la gaine 3CE. Cette solution est intéressante à deux titres :

- les travaux de plomberie sont réduits au raccordement manuel des gaines en PER sur les collecteurs;
- grâce à un placard technique isolé acoustiquement, la NRA est plus facilement respectée, notamment dans les logements où la cuisine est ouverte sur la pièce de séjour.

L'inconvénient majeur de cette solution réside dans l'obligation de réserver dès la phase de conception une surface dédiée au placard technique, ce qui revient à réduire d'autant la surface habitable du logement.

La pose des corps de chauffe est souvent une source de pertes de temps et de réserves à la réception des travaux :

- les gaines de réservation pour les conduits PER coulés dans la dalle doivent être correctement positionnées par rapport à l'entrée et à la sortie du corps de chauffe;
- lorsque ces gaines remontent depuis le plancher, elles peuvent aller à l'encontre de la qualité de la pose du revêtement de sol (découpe difficile autour des gaines);
- les gaines empêchent le balayage et le nettoyage efficace du sol.



Ce chantier a tenté de résoudre ces problèmes en expérimentant une nouvelle solution, favorablement accueillie par les ouvriers pour sa capacité à faciliter la pose des radiateurs.

- **Dans un 1er temps**, une réservation en polystyrène est réalisée avant le coulage de la dalle pour permettre le positionnement des banches du mur porteur et le passage des gaines de réservation des conduits PER. Cette réservation est positionnée en partie centrale du corps de chauffe afin de faciliter son raccordement ultérieur.
- **Après le montage de la cloison de doublage et la pose des plinthes**, le plombier découpe dans le doublage du mur, à la verticale de la réservation, un espace suffisant pour mettre en place un boîtier type "électricien". Ce boîtier sert à la remontée dans le doublage des conduits PER et au positionnement des raccords PER-cuivre. Les tuyaux de cuivre sont ensuite connectés aux "entrée-sortie" du corps de chauffe.

Les exemples précédents (placard technique, boîtier électrique) montrent qu'il est possible d'augmenter la part des éléments préfabriqués en phase de réalisation des réseaux de distribution de fluides. Ces éléments doivent être conçus dans

l'optique de faciliter la mise en œuvre et d'éliminer les dysfonctionnements de chantier où le cycle "découverte - analyse - solution" des problèmes est toujours source de perte de temps. Mais, ces avancées techniques ne doivent pas rigidifier le processus de conception, ni l'orienter exclusivement vers des solutions standardisées.

► CONCLUSION

L'entreprise chargée du lot plomberie-VMC sur le chantier de l'Etissey souligne que l'expérimentation de la gaine technique unique constitue un savoir-faire supplémentaire très appréciable. Elle insiste également sur la bonne organisation des tâches entre le plaquiste et ses propres ouvriers qui a facilité la mise en œuvre en évitant toute interférence entre les deux corps de métier.

Son principal reproche concerne la taille insuffisante des gaines techniques qui, d'une part a allongé les délais de réalisation, d'autre part a accru l'inconfort lors de la pose des canalisations dans la gaine. Par contre, l'agencement intérieur des appartements, avec des pièces de service proches de la gaine technique, a réduit les délais de raccordements entre la gaine et les différents appareils sanitaires et de chauffage.

D'autres dysfonctionnements ponctuels (mentionnés dans les paragraphes précédents) sont apparus lors de la mise en œuvre, mais ils sont inhérents à tout chantier. Il est difficile de les déceler dès la phase de conception car ils relèvent souvent de l'échelle du détail technique. Seule une concertation élargie entre les entreprises et les bureaux d'études - et une meilleure mobilisation de leurs savoir-faire réciproques - peut permettre de les prévenir.

Du point de vue économique, l'entreprise n'a pas décelé de gains ou pertes inhérents au principe de la gaine technique unique. Plutôt que l'impact économique, difficilement quantifiable, elle met en avant l'acquisition d'un nouveau savoir-faire technique.

Evaluation et perspectives

► MISE EN ŒUVRE

Sur le plan de la mise en œuvre, il semble que la gaine unique et le conduit 3CE soient globalement satisfaisants :

- conduit 3CE intéressant bien que l'exiguïté de la gaine allonge les temps de pose ;
- boîte encastrée pour le raccordement des corps de chauffe permettant gain de temps et meilleure précision ;
- distribution en PER jugée économique ;
- fermeture aisée de la gaine technique par panneau préfabriqué ;
- interfaçage avec le plaquiste traité de façon satisfaisante.

Toutefois, il convient de prendre en compte les remarques qui suivent dans la perspective d'une reconduction du procédé sur d'autres opérations.

- Prévoir des dimensions de gaine plus conséquentes pour faciliter un travail soigné et rapide. Il semble qu'une gaine plus large de 5 ou 10 cm soit nécessaire pour faciliter la pose du conduit 3CE par le plombier et obtenir des temps de pose réellement affinés ;
 - Envisager l'étude d'un placard technique visible dans lequel seraient intégrées les nourrices d'alimentation et (peut-être) aussi la chaudière. Directement adossé à la gaine 3CE, ce placard serait plus esthétique et permettrait des gains de temps de pose importants dès lors qu'un kit hydraulique préfabriqué (donc standard) pourrait être conçu. Un double problème de conception est donc à traiter : conception technique pour le kit, et conception de cellules intégrant la réservation d'une surface dédiée à ce placard ;
 - Maîtriser globalement les problèmes de raccordement. Le PER, bien qu'avantageux à l'achat, est un matériau déformable qui nécessite des raccords plus nombreux, donc un temps de main d'œuvre plus long.
- Le système de boîte électrique encastrée utilisé pour le raccordement des corps de chauffe est efficace. Il permettra à terme de travailler en hydrocâblé bien qu'actuellement un raccord cuivre-PER soit encore nécessaire.
- Prendre en compte la pérennité des installations encastrées : fuites, changements de canalisations. Le PER offre un avantage certain sur ce plan d'après les professionnels rencontrés.

A terme, c'est le problème des encastresments qui est posé si le métier du plombier continue à évoluer. Dans cette optique, la distribution horizontale par faux-plancher ou faux-plafond, remplaçant la distribution dans les dalles, semble être une solution à explorer. Elle permettrait notamment de maîtriser les éléments de la chaîne fluide et faciliterait les problèmes de maintenance et de réparation.

► CONCEPTION ARCHITECTURALE

Selon les architectes du cabinet UA38, la gaine unique "est un concept qu'il faut mettre en avant sur nos projets à venir car nous pensons qu'il est économique". Ceci bien que la gaine unique soit contraignante en terme de fonctionnement architectural de la cellule et "présente des inconvénients pour sa conception". Ces difficultés peuvent être aplanies en jonglant avec différents critères : l'orientation des séjours ; la séparation fonction jour, fonction nuit ; le groupement des pièces humides autour de la gaine.

Bien qu'à l'Etissey, le choix de trois logements par cage ne soit pas le plus judicieux, des solutions ont pu être trouvées ; elles privilégient un bon fonctionnement des cellules avec des inconvénients jugés mineurs.

Les principales conclusions en vue d'une reproductibilité sont les suivantes :

- intégration de cellules traversantes;
- étude technique poussée;
- industrialisation maximale des composants;
- réservations par carottage ou réservations ponctuelles plutôt que réservations totales ;
- cotation prioritaire de la cellule pour les équipements et les gaines.

► CONCEPTION TECHNIQUE

La conception technique doit être menée de façon très coordonnée avec l'architecte pour bien intégrer les nombreuses incidences de la gaine unique sur le bâtiment.

Les réservations, horizontale et verticale, semblent constituer la majeure partie des problèmes à traiter. Ce chantier a montré que les difficultés rencontrées provenaient, d'une part de gaines de dimensions insuffisantes, d'autre part de réservations pour les raccordements ou les passages dans les dalles (position des nourrices) implantés de façon trop impré-

cise. Deux actions sont à privilégier :

- une définition précoce des dimensions de la gaine, ce qui implique une connaissance en amont des dimensions des éléments constitutifs (VMC, évacuations, alimentations) et de la position précise des appareils ;
- la confection de plans spécifiquement cotés positionnant les réservations par rapport à des éléments existants au moment de leur implantation.

► DONNÉES ÉCONOMIQUES

Des études ponctuelles, menées sur un T1 et un T3, ont été effectuées par les bureaux d'études CET et BETREC ainsi que par l'entreprise Léon Grosse.

- Le bureau d'études CET a mené une étude comparative limitée au lot fluides (postes chauffage hors chaudière individuelle, eaux usées, VMC, ECS-EF) qui fait apparaître une économie de 1.900 F HT pour le T2 et de 4.100 F HT pour le T3. Cette étude ne prend pas en compte le surcoût généré par la gaine 3CE, mais uniquement les gains financiers liés au positionnement central de la gaine 3CE dans chaque appartement qui favorise la distribution horizontale des réseaux de fluides et qui réduit les mètres de ces réseaux.
- Le bureau d'études BETREC chiffre l'économie réalisée sur une gaine technique à environ 3.000 F HT pour un logement, dans des conditions précises de superposition de logements de même nature. Cette économie s'applique aux lots "cloisons et menuiseries intérieures" pour lesquels une économie substantielle peut être réalisée, quelle que soit la conception architecture retenue.
- L'entreprise Léon Grosse a réalisé une analyse chiffrée tous corps d'état, incluant l'ensemble des lots gros-œuvre, plâtrerie, menuiserie, plomberie et chauffage. Par rapport à une solution technique de référence comportant une chaudière à ventouse avec une gaine technique unique, on observe un surcoût de l'ordre de 4.392,42 F HT par logement pour la solution 3CE à gaine technique unique et de 4338,46 F HT pour une solution chaudière à ventouse à deux gaines techniques. Le surcoût de la solution 3CE est imputable au coût propre de la gaine 3CE et aux aménagements supplémentaires qu'elle impose sur les lots menuiserie, gros œuvre et plâtrerie.

Les deux solutions étudiées sont donc financièrement équivalentes et d'autant plus intéressantes

que la solution de référence n'est pas toujours envisageable dans les appartements de grande taille. Sachant que la chaudière à ventouse présente des sorties en façade peu esthétiques et salissantes, ainsi qu'une surconsommation d'eau chaude due à la distance importante entre l'appareil de production et les lieux de consommation.

► CONCLUSION

Le concept de la gaine unique et du conduit 3CE mis en œuvre sur le chantier l'Etissey peut être considéré comme un succès et une innovation intéressante.

La gaine unique présente comme avantages :

- une réduction sensible des coûts par logement à condition d'obtenir une répétitivité des plans d'étage;
- une unité de lieu de travail pour l'entreprise de plomberie;
- la possibilité d'une organisation spatiale des cellules performante et intégrant le concept des cellules traversantes.

Le conduit 3CE, quant à lui, semble apporter un surcoût qui peut être compensé par ses avantages techniques :

- sécurité de fonctionnement accrue par la séparation physique de la VMC et du 3CE;
- valeur ajoutée esthétique importante au niveau des façades;
- entretien plus aisé.

Par rapport à l'Etissey,, des progrès importants peuvent être accomplis sur le plan de l'intégration de la distribution des fluides par le biais d'une réflexion collective ayant pour but de concevoir des systèmes techniques intégrant :

- des raccords rapides, tant sur les corps de chauffe que sur les appareils ou les colonnes;
- une distribution horizontale plus performante vis-à-vis de la pérennité des installations (utilisation de faux-plafonds par exemple);
- une standardisation des nourrices, aussi bien pour l'alimentation que la distribution;
- des espaces spécifiques destinés à recevoir les équipements de production et de distribution.

Une approche par composant-standard permettant une réelle industrialisation pourrait alors être envisagée.