



Code chantier

REX LA FLÈCHE _____

Auteur

Jean-Luc SALAGNAC - CSTB

Mise en page

Dac Communication

Photos

Eric BERNATH et Louise HARVEY

Jean-Luc SALAGNAC

Plan Urbanisme

Construction Architecture - Chantier 2000

Directeurs de rédaction

Guy GARCIN et Hervé TRANCART

Communication

Daniel WATINE

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 4 |
| ► SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION | p 5 |
| ► PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION | p 6 |
| Génèse de la démarche | p 6 |
| Études préalables | p 6 |
| Objectifs de l'expérimentation | p 7 |
| ► DÉROULEMENT DE LA DÉMARCHE | p 8 |
| Rencontres avec les entreprises | p 8 |
| Identification des zones de mise en oeuvre | p 8 |
| Mise en oeuvre du code chantier | p 9 |
| Intégration informatique | p 12 |
| ► ÉVALUATION DE LA DÉMARCHE | p 13 |
| Le code REX | p 13 |
| Menuiseries extérieures | p 13 |
| Radiateurs | p 13 |
| Menuiseries intérieures | p 14 |
| Le rôle de l'entreprise générale | p 14 |
| Adapter le code au cas par cas | p 15 |
| Impliquer les fournisseurs | p 15 |
| Vers une intégration informatique | p 16 |

Fiche technique :

REX LA FLÈCHE

► RÉSUMÉ DE L'EXPÉRIMENTATION

L'objectif de l'expérimentation de La Flèche (72) est de mettre au point et de tester un système d'identification des produits destiné à rationaliser les modes de gestion des flux de fournitures des chantiers. Le système d'identification se présente sous forme d'étiquettes codées, spécifiques au chantier, apposées directement sur chaque produit. Conçu pour permettre aux opérateurs une lecture fiable et aisée, ce système d'étiquetage entend permettre l'identification et la mise à pied d'oeuvre, au bon endroit et au bon moment, des colis et produits.

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération se compose de six bâtiments comprenant 42 logements collectifs. Le chantier a été réalisé de 1997 à 1998.

► PARTENAIRES DE L'EXPÉRIMENTATION

Maître d'ouvrage

SECOS

Entreprises

GTM Construction, *entreprise générale*

Bouvet, *menuiseries extérieures*

Gohier, *huisseries, portes intérieures*

Sipect, *radiateurs*

Contact

Olivier ROLAND - GTM CONSTRUCTION

61, avenue Jules Quentin

92000 NANTERRE

Tel. 01 46 95 74 78 - Fax 01 46 95 73 58

e-mail : olivier.ROLAND@dumez-gtm.fr

► ÉVALUATION DE L'EXPÉRIMENTATION

Jean-Luc SALAGNAC - CSTB

4, avenue du Recteur Poincaré

75782 PARIS CEDEX 16

Tél : 01 40 50 28 39 - Fax : 01 40 50 28 38

e-mail : salagnac@cstb.fr

Synthèse de l'évaluation

Une opération de 42 logements, répartis en six bâtiments R+2, située à La Flèche a servi de support à l'expérimentation d'un dispositif d'identification (baptisé «code chantier») des produits industriels livrés sur le chantier. Le choix de ce thème résulte d'investigations préalables, relatives à l'amélioration des approvisionnements tous corps d'état, menées notamment dans le cadre du Programme Concerté d'Actions de Recherches et Développement (PCARD) conduit par les grands groupes du BTP, dont GTM Construction en 1992. Dans le but de rationaliser les approvisionnements jusqu'au lieu de mise en œuvre, l'expérimentation se propose d'une part d'engager une réflexion sur l'identification des informations pertinentes à associer aux produits pour les besoins de production du chantier, ainsi que sur leur mise en forme et leur traitement, d'autre part de mettre en œuvre les codes ainsi mis au point sur quelques produits.

Les produits ont été sélectionnés à la suite d'une étude menée par l'Université de Technologie de Compiègne. Ils présentent a priori un risque sensible de ne pas être approvisionnés directement au bon endroit, du fait de la ressemblance visuelle de produits ayant des performances différentes. C'est le cas notamment des menuiseries extérieures, des radiateurs et des huisseries et portes intérieures.

Le principe général retenu par l'équipe est de définir une «cartographie» du chantier en repérant chaque logement par un code à quatre identifiants : bâtiment, cage d'escalier, étage, numéro d'appartement à l'étage. Des panneaux portant ces codes sont affichés sur les murs des bâtiments et sur les portes d'entrée des logements. La relation entre le produit et l'adresse est établie à la commande. Le code correspondant au lieu de mise à pied d'œuvre d'un produit donné est apposé sur l'emballage du produit, sous forme d'une étiquette. En réceptionnant les produits, les compagnons peuvent faire directement le lien entre produit et adresse de livraison dans le logement, évitant ainsi d'éventuelles erreurs qui ont pour conséquence, entre autres, des manutentions supplémentaires et une augmentation des risques de détérioration des produits.

Un suivi régulier du chantier, mis en place par l'entreprise générale, a fourni des informations précises sur le respect de la livraison du «bon» produit au «bon» endroit.

Cette organisation a été un succès pour les huisseries et portes intérieures. La direction de l'entreprise de pose s'est appropriée la méthode et les compagnons ont largement apprécié la simplification du travail sur chantier. Le plaquiste a également bénéficié de cette organisation en n'ayant pas à passer du temps à chercher les huisseries.

Les résultats pour les radiateurs sont plus négatifs. Le faible nombre de types de produits différents, conjugué à l'habitude des compagnons de repérer visuellement les radiateurs et l'absence de conséquence liée à l'intervention de radiateurs de même type ont rendu inopérante la mise en place du codage. Les compagnons ont en fait perdu du temps à rechercher le «bon» radiateur au sein d'un lot de produits identiques.

Le cas des menuiseries extérieures est autre. L'industriel poseur utilise de longue date son propre système de codage à la fois pour ses besoins de fabrication et pour le repérage des produits sur chantier, sans toutefois prendre le logement comme unité de livraison, mais l'étage. Aussi, le code proposé par l'équipe a-t-il interféré avec le code de l'entreprise. Si le résultat est un quasi «sans faute» en terme de bon adressage, le surcroît de travail de préparation et l'augmentation du nombre de livraisons ont été jugés être un coût trop élevé pour le conducteur de travaux. Par contre les tâcherons ont apprécié le fait de ne pas avoir à trier les menuiseries sur chantier.

Ces résultats variés incitent à être prudent sur les conditions d'introduction d'un système de codage «universel» qui serait un des piliers d'un futur système de gestion informatisé centralisé, géré par l'entreprise générale. Le rôle de l'entreprise générale se dessine comme celui d'un coordinateur qui doit prendre le temps de bien analyser les particularités de chaque sous-traitant, y compris dans ses relations avec ses fournisseurs, de manière à définir un dispositif de codage qui pourra se «greffer» sur les pratiques existantes, tout en entraînant les gains de productivité et de qualité attendus.

Ces préalables, dont la mise en œuvre implique a minima de désigner les sous-traitants suffisamment tôt, paraissent indispensables dans la perspective d'un passage progressif à une automatisation de lecture et de traitement de ces codes, qui ne pose par ailleurs pas de problème technologique, compte tenu de la richesse de l'offre industrielle dans ce domaine.

Protocole d'expérimentation



Ces actions sont normalement déjà réalisées par les acteurs concernés, mais de manière insuffisamment coordonnée et souvent par le biais de contrôles essentiellement visuels des produits. Il s'ensuit fréquemment des erreurs dans l'approvisionnement du «bon» produit au «bon» endroit, qui ont pour conséquence des pertes de temps (retrouver le produit, reprendre la manutention), une augmentation des risques à la fois pour les compagnons (travail dans l'urgence, fatigue supplémentaire) et pour les produits (chocs, casse), ainsi que des manques de qualité de l'ouvrage réalisé.

En ayant pour objectif de remédier à ces problèmes, le système de saisie et de traitement d'informations envisagé par l'équipe doit pallier cette faiblesse de coordination et la difficulté à mémoriser les observations faites par les différents opérateurs.

Ces objectifs peuvent être étendus à la mise au point, à terme, de systèmes de traitement de l'information intégrant toutes les étapes depuis l'amont (prescription) jusqu'à l'aval (SAV, maintenance du bâtiment), en passant par la mise en œuvre sur chantier.

► ETUDES PRÉALABLES

► GÉNÈSE DE LA DÉMARCHÉ

Le choix du parti expérimental résulte de travaux de recherche menés en 1992 par les sept majors français du BTP (dont GTM Construction) dans le cadre du PCARD (Programme Concerté d'Actions de Recherche et Développement). Une des facettes de ce programme concerne l'identification des produits et composants à leur entrée sur le chantier. Cette identification, qui peut prendre par exemple la forme d'un code, est un des maillons d'une chaîne de gestion des flux d'informations qui doit permettre d'améliorer la gestion des flux physiques. Ce code, associé à un produit, permettrait par exemple de :

- contrôler la conformité des livraisons à l'entrée sur le chantier (ou chez le sous-traitant) ;
- d'opérer une réception intermédiaire afin, par exemple, de vérifier si le produit posé est conforme au produit prescrit, ou de contrôler son état et détecter d'éventuels défauts ;
- faciliter l'organisation des livraisons, notamment pour les sous-traitants qui approvisionnent le chantier de manière quotidienne à l'avancement de leurs travaux.

Deux études ont précédé l'élaboration du protocole d'expérimentation.

L'une, conduite par le CSTB¹, a entrepris un état des lieux s'attachant aux pratiques d'identification des produits en vigueur chez certains industriels du BTP, et dans quelques entreprises. Cette monographie est complétée par une analyse des techniques d'identification automatique utilisables pour la construction, ainsi que par des éléments de cahier des charges des «codes chantiers». L'étude met notamment en évidence qu'il est nécessaire, pour les opérateurs de chantier, de disposer d'une part d'une information «lisible» (facilement interprétable), d'autre part d'une information «processable», c'est à dire susceptible d'être interprétée par un dispositif de lecture connecté à un ordinateur en vue d'un traitement. L'autre étude, conduite par l'UTC², a contribué à l'élaboration du protocole d'expérimentation. A partir d'observations de chantiers, d'interviews d'entrepreneurs, de fournisseurs et de responsables des services de maintenance immobilière et SAV de GTM Construction, elle a conduit à conforter les hypothèses initiales relatives à l'intérêt

1 SALAGNAC, VINOT
Code chantier : étude exploratoire préalable à la REX «ZAC du Canada» PARIS, CSTB, 1996

2 CAYOL, DEJEAN, LEMARCHAND
Amélioration de la logistique de chantiers : étude COMPIEGNE, UTC, 1998

d'une évolution des modes de gestion des flux physiques, et à sélectionner les produits susceptibles de faire l'objet de l'expérimentation : les menuiseries extérieures, les portes intérieures, les radiateurs.

Cette sélection a pris en compte deux critères :

- des produits qui sont différenciés par appartement. C'est le cas des radiateurs qui peuvent différer d'une pièce à l'autre par la hauteur, l'épaisseur, le nombre d'éléments ;
- des produits qui, par leur ressemblance, présentent un risque potentiel d'erreur d'identification, et donc d'affectation géographique. C'est le cas des fenêtres en PVC, de mêmes dimensions qui peuvent ne pas avoir les mêmes caractéristiques.

► OBJECTIFS DE L'EXPÉRIMENTATION

Souvent, les produits livrés sur le chantier portent une identification provenant du fabricant. Cependant, ces informations répondent aux besoins propres de production et de gestion de l'industriel et sont rarement exploitables par le chantier. Elles correspondent par exemple à des marquages de matières transformées par l'industriel, ou à l'identification de paramètres de production (numéro de commande, numéro de machine, lot de fabrication).

Aussi, l'objet de l'expérimentation consiste-t-il, pour les produits sélectionnés, en une réflexion sur l'identification des informations pertinentes pour les besoins de production du chantier ainsi que sur leur mise en forme et leur traitement.

Cette réflexion conduit à traiter trois questions relatives à :

- la définition du contenu des informations attachées au produit ;
- la forme et l'utilisation de cette information ;
- l'organisation du traitement de l'information.

Les réponses doivent tenir compte des pratiques des entreprises de manière à favoriser la prise de la « greffe ». Ce point est d'autant plus crucial que le système devra, à terme, s'intégrer dans un système informatisé permettant d'assurer le suivi de chaque produit, depuis la prescription jusqu'à la maintenance, en passant par la fabrication et la mise en oeuvre.

Le protocole esquisse la description des principaux maillons de ce futur système informatisé en insistant sur son intégration au sein de l'entreprise

générale, sur la connexion nécessaire de l'ordinateur du chantier avec les bases de données projet (maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, production) et produits (développées par les industriels et accessibles à terme par le biais de la consultation de bases de données « fournisseurs »).

Compte tenu de l'ampleur du développement d'un système complet, le protocole d'expérimentation en précise les limites : elle sera centrée sur la définition de codes « lisibles » par les opérateurs, sur l'implication des entreprises sous traitantes dans l'élaboration des codes et leur apposition sur les produits, sur l'utilisation des codes à des fins de contrôle de livraison à bonne destination et de détection de problèmes éventuels.

Derrière la mise en place de ce système d'identification des produits, se profile une évolution du rôle que pourrait jouer l'entreprise générale. Il s'agirait pour elle de se positionner comme prestataire de service des sous-traitants, assurant l'intégration de nombres d'étapes aujourd'hui déconnectées les unes des autres (prescription, commande/livraison, mise en oeuvre).

Le protocole d'expérimentation dégage les améliorations potentielles découlant de cette évolution.

Pour GTM Construction

- Amélioration de la gestion des flux;
- Développement d'un service aux sous-traitants;
- Gains de productivité.

Pour les sous-traitants

- Amélioration l'organisation des travaux, en limitant en particulier les pertes de temps dues à un mauvais adressage des produits;
- Trace de la mise en oeuvre et de l'état du produit à un stade intermédiaire du chantier;
- Aide à l'organisation de l'approvisionnement en flux tendu dans le cas d'une livraison quotidienne par le sous-traitant.

En complément du suivi externe, un dispositif d'observation en continu a été prévu par l'agence Centre de GTM Construction par le biais d'assistants conducteur de travaux, élèves ingénieurs effectuant un stage pendant la durée du chantier.

Déroulement de la démarche



► RENCONTRES AVEC LES ENTREPRISES

Au cours de la phase de préparation de chantier, des rendez-vous ont été organisés par l'entreprise générale avec les trois entreprises impliquées dans l'expérimentation du fait des choix réalisés au cours des études préliminaires. L'entreprise de plomberie était également présente, ce qui a permis de confirmer les hypothèses formulées pour les produits sanitaires dans le cadre de ce chantier.

Ces discussions ont conduit à décrire les méthodes habituelles des entreprises depuis la prise de commande jusqu'à la réception des travaux, leurs attentes par rapport à l'expérimentation, les modalités pratiques qui seraient jugées pertinentes, ainsi que les critères d'appréciation de l'expérimentation.

Les modes d'organisation sont bien entendu variables d'une entreprise à l'autre, mais sont surtout fonction des produits et de la manière dont s'articulent les fonctions de fabrication, distribution et pose des ces produits au sein d'une même entreprise et entre plusieurs entreprises.

Les attentes des entreprises concernent globalement une diminution des erreurs de livraisons à pied d'œuvre (vérifiable par un contrôle sur

chantier), une meilleure gestion des flux (moins de manutentions) ainsi qu'une plus grande implication des compagnons dans cette gestion.

Il est ressorti de ces discussions l'intérêt de définir les zones de mise en œuvre de manière claire et non ambiguë, un tel zonage du chantier étant de nature à faciliter la communication entre l'entreprise générale et les sous-traitants.

► IDENTIFICATION DES ZONES DE MISE EN ŒUVRE

Une première proposition de équipe, consistant en un code à deux caractères (une lettre pour le bâtiment, un chiffre pour le n° d'appartement) a été modifiée pour aboutir à un repérage des appartements à l'aide d'un code à quatre identifiants, entérinant la décision de l'équipe de choisir le logement comme «unité de lieu» commune à toutes les entreprises :

1. lettre du bâtiment (A à F),
2. numéro de cage d'escalier (1 à 4),
3. repérage de l'étage (00 pour rez-de-chaussée à 02 pour le deuxième étage),
4. repérage de l'appartement par palier en prenant comme convention de les numéroter dans le sens des aiguilles d'une montre en partant de la cage d'escalier (1 ou 2 appartements par palier).



Par exemple, le deuxième appartement au rez-de-chaussée de la cage d'escalier numéro 4 du bâtiment E est repéré par le code : **E4 - 00 - 2**
 Un document de repérage des zones de mise à pied d'œuvre, constitué de dix sept plans au format A3, a été élaboré par l'entreprise générale et distribué aux entreprises. Les codes ont été reproduits sur des panneaux lisibles, implantés à l'entrée des bâtiments et sur les portes d'entrée des appartements.

► MISE EN ŒUVRE DU CODE CHANTIER

Une fois élaboré et diffusé le document de repérage des zones de mise à pied d'œuvre, les entreprises se sont retournées vers leurs fournisseurs pour obtenir un marquage des produits conformément à ces dispositions. Les situations ont été très différentes en fonction des produits. Les observations et les contrôles effectués par les trois ingénieurs stagiaires de l'entreprise GTM Construction qui se sont succédés pour assurer

un suivi continu du chantier constituent des informations précieuses pour apprécier le déroulement de la démarche et pour l'évaluer.

Menuiseries extérieures

L'industriel-poseur de menuiseries extérieures en PVC est organisé de manière à optimiser ses propres ressources. Le conducteur de travaux joue un rôle essentiel dans ce processus. En relation avec la maîtrise d'œuvre et la maîtrise d'ouvrage, il entreprend l'étude des différents types de menuiseries, affecte les codes de fabrication à chaque menuiserie, regroupe les codes des menuiseries dédiées à une zone (souvent un étage) au sein d'une même commande, déclenche la fabrication puis la livraison des produits. Ces codes alphabétiques (quatre lettres distinguant le type de châssis, le sens d'ouverture, la présence d'une ventilation intégrée, la présence d'un volet roulant) sont reportés sur les plans par les poseurs. Les équipes de pose, rompues à cette organisation, utilisent les codes de repérages des menuiseries pour marquer à la craie l'information sur les murs. En cas de constat de défaut sur le produit, le bon de commande, portant mention des imperfections, est retourné à l'usine pour fabrication éventuelle d'une nouvelle pièce.

Les exigences de l'expérimentation ont perturbé cette organisation. Si le principe général n'a pas été modifié (étude, validation par la maîtrise d'œuvre, regroupement pour la commande et la livraison), le conducteur de travaux a dû faire face à des problèmes qu'il a portés seul au sein de l'entreprise.

Organiser les livraisons en prenant pour référence le logement a entraîné une multiplication des bons de commande, avec pour conséquence une surcharge de travail lors de la préparation des ordres de fabrication. D'autre part, les chargements de palettes (supports perdus pouvant accueillir jusqu'à cinq châssis avec volets roulants) ont souvent été incomplets. Le conducteur de travaux a été contraint de passer de toutes petites commandes et d'augmenter le nombre de livraisons, avec pour effet une inflation des coûts sur les postes «emballages» et «transport» (+ 30%). Comme le forfait alloué aux poseurs avait été calculé avant de connaître les incidences de l'organisation sur les temps de pose, les gains observés sur les délais n'ont pu être répercutés sur l'entreprise. A la dernière livraison, les colis ne correspon-



daient plus à des logements mais, suivant l'organisation habituelle, à des étages.

L'étiquetage des palettes n'a pas marqué d'évolution dans le cadre de l'expérimentation. Une feuille, contenant la référence du bon de commande et les codes de fabrication, était collée sur le film plastique entourant la palette. Mais aucun code REX n'était présent sur cette étiquette. De ce fait, les compagnons ont dû inscrire le numéro de la cage d'escalier sur chaque palette, lors du déchargement.

Les menuiseries elles-mêmes comportaient un double étiquetage : celui de l'industriel et le code REX. Faute d'un avertissement des personnels de pose sur la signification de ce code, son utilisation n'a été que partielle et tardive au cours du chantier. Les poseurs ont continué d'utiliser les codes traditionnels en marquant parfois le code chantier sur les palettes. Des erreurs d'affectation ont été relevées lors des livraisons des deux premiers bâtiments, les poseurs utilisant le code de l'industriel qui ne permettait qu'une identification sommaire du lieu de pose. Les livraisons ultérieures se sont bien déroulées ; les grilles de contrôle de l'entreprise générale montrent que, pour le dernier bâtiment, aucune inversion de menuiseries de même type n'a été observée entre logements d'un même étage. De plus, la palettisation par logement identifié a considérable-

ment facilité le travail de tri des poseurs et a généré un gain important sur les temps de manutention (non évalué par les poseurs).

Radiateurs

Les radiateurs comportent systématiquement une étiquette issue du système informatique de gestion de la fabrication de l'industriel. Cette étiquette comporte la référence du chantier, de la commande et une indication du type de radiateur. L'ajout du code REX sur cette étiquette n'a pas apporté de valeur ajoutée car les radiateurs avaient été regroupés sur palette selon un ordre ne tenant pas compte de la destination par logement. Déchargés un à un, manuellement, les radiateurs ont ensuite été regroupés par type dans un local disponible fermant à clef pour prévenir les risques de vol).

Les plombiers ont pour habitude d'affecter un radiateur à un logement en se référant au plan de l'architecte sur lequel sont indiqués les types de radiateur, puis de choisir les modèles correspondants dans le stock. Leur expérience leur permet d'identifier visuellement le type de radiateur adéquat, sachant que les radiateurs d'un même type sont interchangeables sans nuire aux performances du système de chauffage. Aussi, sélectionner le « bon » radiateur (portant le code REX) dans un

stock non ordonné à cette fin a présenté une perte de temps plutôt qu'un avantage. Les compagnons ont peiné pour identifier le «bon» radiateur, d'autant que l'étiquette portant le code REX pouvait être collée sur une face non visible du produit. Le collage aléatoire des étiquettes a également contrarié les opérations de contrôle par l'entreprise générale (étiquette positionnée sous le radiateur ou face au mur), opérations qui ont par ailleurs montré des erreurs d'affectation par rapport au code REX. A contrario, lorsque les compagnons ont effectivement opéré un tri par logement, les colis ont été distribués sans erreur de destination. Pour pallier la difficulté de lecture du code REX sur les étiquettes, certains compagnons ont reproduit ce code en gros caractères sur la face visible de l'emballage du radiateur.

Menuiseries intérieures

Les menuiseries intérieures sont composées de deux produits : les huisseries métalliques et les portes. Ces produits, fournis par deux industriels, font l'objet de commandes séparées et de livraisons distinctes.

Les **huisseries** diffèrent par leurs dimensions et le sens d'ouverture de la porte. Le fabricant a accepté de poser sur chaque huisserie, en fond de feuillure côté paumelles, une étiquette portant le code REX, qui avait été transmis par l'entreprise de pose lors de la commande. Les compagnons ont défait chacun des colis composés d'une cinquantaine d'huisseries et ont regroupé les produits destinés à un même logement en se référant à l'étiquette REX. L'acheminement dans les appartements s'est opéré en mettant en correspondance le code porté par les huisseries et l'information inscrite sur la pancarte placée sur chaque bâtiment. Les contrôles de conformité, qui ont eu lieu avant la mise en peinture, montrent que l'étiquetage a permis d'approvisionner les «bons» produits au «bon» endroit avec un taux de réussite voisin de 100%. Bien qu'il n'ait pas utilisé le code REX, le plaquiste en a indirectement bénéficié dans la mesure où il était assuré de disposer des bonnes huisseries à incorporer dans les cloisons. Ce schéma «idéal» a toutefois été perturbé lorsqu'une huisserie venait à manquer pour une raison quelconque, par exemple lors de la grève des transports. La rupture d'approvisionnement a conduit les plaquistes à aller chercher des huisseries déjà livrées dans un autre bâtiment.



Suite à de tels aléas, il a été délicat de revenir au schéma d'organisation initial du fait des interventions ainsi occasionnées.

Comme pour les radiateurs, les huisseries sont facilement substituables les unes aux autres pour autant qu'elles présentent les mêmes caractéristiques, si bien que les quelques inversions constatées n'ont pas eu de conséquences sur le respect des prescriptions du projet.

Les **portes** ont été livrées par colis d'une cinquantaine de produits dotés chacun d'une étiquette portant le code REX. Elles ont été triées manuellement au vu de ce code puis transportées vers les logements correspondants. Comme pour les huisseries, les opérations de tri et de livraison ont pu s'opérer sans recourir aux plans. Les étiquettes étaient collées sur le chant, côté paumelle. La présence des paumelles implique d'empiler les portes de manière alternée, si bien que les étiquettes ne sont pas visibles simultanément. Une manipulation est nécessaire pour pouvoir lire le code et trier la porte. Les compagnons soulignent que, compte tenu de son intérêt, la méthode aurait gagné en efficacité si :

- les étiquettes avaient été apposées de manière à en faciliter la lecture ;
- le colisage avait été prévu par logement pour éviter de trier les portes une à une.

► INTÉGRATION INFORMATIQUE

Bien qu'à la limite du programme expérimental, l'intégration informatique du code REX, tant en amont qu'en aval du chantier, a été examinée par l'équipe de la REX et la cellule R&D de l'entreprise Dumez Construction. Des projets, en synergie avec les objectifs de l'expérimentation, ont été exposés.

Code barre (FRDI-SLE³)

Projet dont l'objectif est de juger, d'ici à la fin 1998, de l'opportunité du lancement d'une action «code-barre» pour le Groupe GTM.

QUALINET (Dumez-GTM)

- Carnet de chantier informatisé (contrôle qualité, gestion de chantier);
- Logiciel implémentable sur micro ordinateur de type PSION-WORK

AGILE (Dumez-RAAB⁴)

Ensemble logiciel modulaire permettant de chaîner le traitement de plusieurs étapes d'une affaire :

- LOGIPART: identification et évaluation des sous-traitants;
- LOGIRISQ : analyse de risques (identification des points à risques et bibliothèque de remèdes)
- LOGIDOC : gestion documentaire (C-R, consultations sous-traitants, etc.);
- LOGISERV : gestion des fiches qualité sous un format adapté aux partenaires concernés et aux risques répertoriés;
- LOGIACHAT : base de données de prix de fournitures.

Intégrer à l'expérimentation, à travers l'utilisation de terminaux informatiques, toute ou partie de ces programmes, aurait nécessité de disposer du code REX sous forme «processable» (étiquettes code barre par exemple). Les seuls produits susceptibles de disposer de telles étiquettes auraient pu être les menuiseries extérieures et les radiateurs, mais aucun des deux fournisseurs ne pouvait les réaliser dans le délai imparti. Indépendamment de ces problèmes techniques et

de délais, l'implémentation et l'utilisation de tels logiciels nécessitent que l'entreprise générale organise au préalable une collecte d'informations très fouillée auprès des sous-traitants : description des circuits de décisions au sein des entreprises (qui passe les commandes ?, à quel moment ?, auprès de qui ?, à la demande de qui ?, comment et quand s'effectuent les relances ?, etc.), déroulement des opérations de livraisons et de mise à pied d'œuvre (quels sont les moyens utilisés ?, quelle est leur disponibilité ?, quelle est la part des manutentions manuelles ?, etc.), contrôles à effectuer produit par produit.

3 Fonds de Recherche Développement et de l'Innovation de Suez - Lyonnaise des Eaux

4 Dumez Rhône-Alpes Auvergne Bourgogne

Évaluation de la démarche

Plus que des mesures des gains (ou des pertes) de temps ou de l'amélioration de la productivité, qui auraient nécessité un dispositif d'observation d'une autre nature, l'expérimentation apporte des éléments qualitatifs différenciés suivant les produits retenus. Elle fait par ailleurs ressortir les conditions de poursuite d'exploration des pistes ouvertes parmi celles qui se sont révélées les plus prometteuses.

► LE CODE REX

L'équipe a pris le parti de concevoir un code à quatre identifiants, commun à toutes les entreprises et fournisseurs. Bien que clair et dépourvu d'ambiguïté, la forme de ce code aurait pu être simplifiée. Par exemple, utiliser deux chiffres pour repérer les étages (alors que les bâtiments ne comportaient que trois niveaux) a constitué une entrave à la compréhension du code pour certains compagnons.

Le caractère « universel » de l'étiquetage peut également générer des confusions lorsqu'il se superpose à un système d'identification préexistant au sein de l'entreprise.

Par ailleurs, l'information des compagnons s'est révélée fondamentale pour assurer la bonne utilisation du dispositif de codage. Ainsi, les erreurs d'affectation relevées lors des premiers approvisionnements des menuiseries extérieures ont fortement diminué dès lors que l'explication des principes du dispositif ont été expliqués.

La poursuite des réflexions devra s'opérer suivant une double approche prenant en compte d'une part les effets positifs liés à l'utilisation d'un code prescrit aux entreprises, d'autre part l'existence de systèmes de codage internes aux corps d'état concernés. Ces systèmes conditionnent certains modes opératoires qui n'ont pas a priori de motif d'évoluer à chaque opération. Procéder à cette mise en cohérence devrait permettre à l'entreprise générale de mieux coordonner les activités par une gestion des flux physiques et des flux d'informations plus adaptée aux contraintes de production de chacun.

Il est intéressant de noter que l'entreprise la moins habituée à identifier de manière individuelle chacun des produits qu'elle met en œuvre a été très enthousiaste à la suite de l'expérimentation. Le tri et la manipulation des huisseries et portes

ont ainsi été grandement simplifiés par la seule utilisation du code REX dès la commande des produits. En obligeant à une préparation plus poussée que d'habitude, le code REX a ainsi eu des effets bénéfiques sur l'activité de l'entreprise.

► MENUISERIES EXTÉRIEURES

L'entreprise de pose utilise de longue date un code interne, l'identification visuelle des menuiseries n'étant pas toujours suffisante pour différencier les produits. Faute d'un travail d'identification amont suffisamment précis, des erreurs de livraisons à pied d'œuvre sont possibles.

Bien que très proche conceptuellement du mode d'organisation habituel de l'entreprise, le dispositif expérimental aura néanmoins perturbé l'intervention du conducteur de travaux et occasionné un surcoût important en matière de transport.

Le code interne de l'entreprise a été élaboré dans une visée d'organisation globale usine/chantier. Ce code, destiné à l'optimisation de son propre outil de production, n'est pas partageable avec d'autres corps d'état. Investir dans un autre système d'identification n'est donc pas nécessairement perçu comme un impératif aux yeux de l'entreprise.

Par contre, l'exigence de colisage par logement aura induit des conséquences qui méritent une analyse globale. Si l'entreprise a observé des coûts plus élevés pour satisfaire à cette exigence (l'augmentation du nombre de livraisons aurait généré un surcoût de 30 %), les compagnons chargés de la pose (rémunérés à la fenêtre posée) ont en revanche gagné du temps sur les manutentions et ont bénéficié de meilleures conditions de mise en œuvre.

Tout en conservant le codage existant, la mise en place d'un tri en usine, destiné à préparer les manutentions sur chantier, pourrait être étudié par l'entreprise. Ce type de réflexion nécessiterait la recherche d'un nouvel équilibre entre les budgets consacrés à l'organisation de la production de chantier et les budgets consacrés à la pose.

De telles modifications d'organisation nécessitent une implication dépassant l'investissement personnel du seul conducteur de travaux ; il s'agit de décisions relevant de la direction de l'entreprise. La REX aura fourni des éléments permettant d'engager une réflexion sur ce sujet.

► RADIATEURS

L'étiquetage par logement n'a pas apporté de valeur ajoutée à l'entreprise de plomberie, les radiateurs étant identifiables à l'oeil par les compagnons et facilement manportables. D'autre part, la typologie des radiateurs se limite à une dizaine de modèles et les produits d'un même modèle sont interchangeable.

Un colisage des radiateurs par logement éviterait d'effectuer le tri sur chantier en augmentant le coût du transport (remplissage du véhicule) et ne favoriserait pas les manutentions (la «palette logement» serait difficile à manipuler, sauf à ouvrir le colis en bas de l'escalier pour acheminer les produits à la main jusqu'à leur lieu de mise en oeuvre).

► MENUISERIES INTÉRIEURES

Comme pour les menuiseries extérieures, la seule identification visuelle des menuiseries intérieures peut conduire à des erreurs d'affectation. Trier en amont de la livraison et pouvoir repérer les huisseries a permis à l'entreprise de fiabiliser la livraison des produits jusqu'à leur lieu de mise à pied d'oeuvre. Les incidences de l'étiquetage sur le travail des compagnons sont également positives ; ceux-ci n'ont pas à trier dans l'urgence de l'exécution des travaux des produits présentant de fortes similitudes.

L'entreprise a évoqué la possibilité de sélectionner dans l'avenir les fournisseurs en partie sur leur aptitude à satisfaire à la pose d'identifiants ad hoc sur les huisseries avant livraison, conformément à un repérage des zones du chantier.

Ces remarques sont également valables pour les portes.

► LE RÔLE DE L'ENTREPRISE GÉNÉRALE

Le déroulement du chantier a illustré la possibilité pour l'entreprise générale de rationaliser certaines des tâches de coordination et de contrôle vis à vis des sous traitants. La définition d'une «cartographie» des zones de mise à pied d'oeuvre des produits apporte un moyen d'organiser à la fois les différentes livraisons et de vérification que le bon produit a été mis en oeuvre au bon endroit.

Une fois écartés du champ de l'expérimentation des produits pour lesquels les risques de dysfonctionnement liés à un mauvais adressage sont minimes (lavabos, baignoires), il s'est avéré que l'intérêt du codage était nuancé pour les autres produits, pourtant retenus du fait du plus grand risque potentiel de confusion qu'ils présentent. Ces résultats doivent sans doute conduire à une certaine prudence par rapport à une perspective de généralisation du principe de codage.

Le principe d'identifier les produits est déjà mis en oeuvre par certaines entreprises comme le prouve la pratique du poseur de menuiseries extérieures. Il s'agit d'un moyen courant d'organisation du travail qui consiste à anticiper la future destination d'un objet en lui attribuant une adresse qui est marquée sur l'objet. Cette adresse étant par ailleurs définie de manière non ambiguë dans un document de référence. L'exemple des menuiseries extérieures montre que la mise en oeuvre de ce principe simple peut être améliorée en prenant en compte les conditions effectives de mise en oeuvre sur le chantier.

Dans la perspective d'une extension de ce principe à plusieurs produits, l'entreprise générale verrait son rôle évoluer vers une mise en cohérence de deux situations contrastées suivant que les sous traitants pratiquent ou non une identification des produits qui les concernent. C'est au prix de cet effort que l'organisation projetée peut fonctionner. Cette mise en cohérence passe par une phase de reconnaissance et de description de la manière dont «fonctionnent» les sous traitants et leurs fournisseurs, qui doit déboucher sur l'élaboration d'un dispositif de codage du chantier compatible avec les pratiques existantes. L'exemple du menuisier intérieur illustre les gains immédiats qu'il y a à inciter à la mise en place d'un codage «minimum».

Sans se substituer aux sous traitants, l'enjeu pour l'entreprise générale est de s'approprier suffisamment finement ces pratiques pour pouvoir les intégrer dans un système global de gestion de la production de chantier. Moyennant un tel travail préalable, le passage d'un code papier («lisible») à un code «processable» sera considérablement simplifié, ouvrant des possibilités de couplages informatiques tant en amont qu'en aval, débouchant sur la redéfinition (l'enrichissement) du mode de coordination des travaux par l'entreprise générale, en particulier à travers l'évolution des outils de planification et d'ordonnancement des



tâches. La possibilité d'évaluation des sous-traitants au regard d'une « mesure » de leur performance à travers un relevé de la qualité des livraisons des « bons » produits aux « bons » endroits a été évoquée comme une retombée possible de la mise en place d'un système de codage intégré. D'autres retombées ont été avancées comme la meilleure tenue du chantier, la contribution de l'organisation mise en place à une image positive de l'entreprise vis à vis de la maîtrise d'ouvrage, la création de meilleures conditions pour d'éventuelles négociations avec la maîtrise d'ouvrage en cours de chantier, la construction d'une différenciation concurrentielle.

Conforter les acquis positifs de la démarche expérimentale nécessite un plan d'actions impliquant l'entreprise générale, les sous-traitants et leurs fournisseurs. Quelques propositions pour construire un cadre de développement sont exposées dans les paragraphes suivants.

▶ ADAPTER LE CODE AU CAS PAR CAS

Chaque entreprise a son mode propre d'organisation lié à son histoire, aux produits qu'elle met en œuvre, à sa structure, à ses moyens, aux marchés qu'elle traite, à son personnel. Si le partage d'infor-

mations dédiées à la topologie du chantier semble une base fiable pour organiser les interventions de ces entreprises⁵, il faut adapter finement le niveau de détails de ces informations en fonction de l'activité. Les besoins du plombier sont différents de ceux du poseur de fenêtres ou de ceux du menuisier. Sachant qu'au sein même d'un même corps d'état, les différences d'organisation peuvent être sensibles. Par exemple, la plupart des industriels-poseurs de menuiseries extérieures sont informatisés, mais le détail des organisations de production varie de manière significative d'un industriel à un autre.

Aussi, la généralisation d'un dispositif de codage du chantier implique pour l'entreprise générale d'examiner avec chaque sous-traitant le mode actuel d'organisation et ses possibilités d'évolution. Il s'agit, au cas par cas, d'un travail « d'interfaçage » entre l'organisation existante d'un sous-traitant (y compris dans ses relations avec ses fournisseurs) et un système de codage cohérent avec les outils de gestion des flux et de planification des tâches que souhaite mettre en place l'entreprise générale.

Un tel investissement suppose un choix précoce des entreprises sous-traitantes, voire la mise en place de partenariats pérennes avec un panel d'entreprises et de fournisseurs.

⁵ Le principe de codage défini par l'équipe a le mérite d'être simple et a priori universel. Toutefois, une application trop « normative » de ce code pourrait avoir des effets opposés à ceux recherchés. La simplicité de lecture a priori doit être confirmée auprès des utilisateurs.

► IMPLIQUER LES FOURNISSEURS

Obtenir des fournisseurs qu'ils apposent sur leurs produits un identifiant spécifique au chantier n'est pas un obstacle dans le développement d'un système de codage de chantier. Certains le font déjà. La généralisation de l'informatique de production devrait permettre de généraliser ce service.

Par contre, des progrès restent à accomplir dans la définition de l'étiquetage des produits. Le chantier doit expliquer à l'industriel les contraintes auxquelles doivent répondre les étiquettes (lisibilité, emplacement, grosseur, solidité, protection), ainsi que la nature des informations nécessaires à leur exploitation sur le chantier. La résolution de ces problèmes passe par l'élaboration de cahiers des charges dont on peut penser qu'elle pourrait faire l'objet d'un travail collectif (par exemple par corps d'état) entre entreprises et fournisseurs.

► VERS UNE INTÉGRATION INFORMATIQUE

Les exemples de la grande distribution, ou de certaines industries mécaniques (automobile), montrent que la mise en place d'un système de codage de production n'est pas limitée par l'offre technologique, ni en terme de techniques de codage proprement dites, ni en terme de capacités de traitement. Les exemples issus du secteur de la construction confirment ce fait. On peut prévoir par exemple que des méthodes et de logiciels de cartographie, comme les SIG (Systèmes d'Information Géographique), pourront être intégrés à terme dans ces systèmes de codage.

La vraie difficulté réside dans la conduite du changement occasionné par la mise en place d'un tel système. Ces systèmes peuvent être «imposés» lorsqu'un acteur dominant détient la capacité économique pour prendre en charge la définition du système et aider les sous traitants à résoudre tant les problèmes financiers, que techniques et organisationnels. Un tel schéma suppose une relative stabilité dans les relations entre cet acteur et ses sous traitants et, de ce point de vue, n'est pas applicable brutalement à l'activité de construction de logements. Sur un chantier donné, l'entreprise générale ne saurait être cet acteur dominant, bien

que sa fonction de coordination la prédispose plus qu'un autre à jouer un tel rôle : ses liens avec les sous traitants sont a priori trop brefs pour pouvoir mettre en place un tel système. Sur l'ensemble de ses chantiers, elle doit gérer une multitude de relations éphémères avec des sous traitants qui n'ont pas tous les mêmes possibilités d'adaptation.

Un mode de développement, adapté à ce contexte particulier de la construction est à imaginer. On peut ainsi penser à un mode de diffusion «à petits pas», ancré par exemple sur les métiers du gros œuvre, pour créer un noyau de démonstration et un moyen d'apprentissage à partir de ce qui est le plus souvent le métier de base de l'entreprise générale. Les produits concernés sont par exemple tous les produits industriels en béton fabriqués à la demande (prédalles, éléments préfabriqués).

On peut également imaginer une action conjointe entre une entreprise générale et un ou plusieurs industriels pour proposer aux entreprises sous traitantes un ensemble d'outils d'organisation agissant depuis la commande jusqu'à la mise à pied d'œuvre des produits.

D'autres schémas sont envisageables. En tout état de cause, une des conditions de leur succès passe par la définition, par l'entreprise générale, d'un programme de moyen terme qui permette de capitaliser les acquis et de diffuser les résultats au sein des différentes unités de production de manière à former une «masse critique». Ce que ne permettent pas des expériences ponctuelles.