



Logistique et approvisionnement

REX VALENCE _____

Auteur

Jean-Luc SALAGNAC - CSTB

Rédaction - Mise en page

Christophe PERROCHEAU - Dac Communication

Photos

Eric BERNATH et Louise HARVEY (couverture)

Jean-Luc SALAGNAC

**Plan Construction
et Architecture - Chantier 2000**

Directeurs de rédaction

Guy GARCIN et 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 |
| ► PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION | p 5 |
| ► DÉROULEMENT DE LA DÉMARCHE | p 7 |
| Cloisons-doublages | p 7 |
| Menuiseries extérieures | p 9 |
| Autres approvisionnements | p 10 |
| Interactions entre corps d'état | p 10 |
| ► ÉVALUATION DE LA DÉMARCHE - PERSPECTIVES | p 11 |
| Cloisons-doublages | p 11 |
| Menuiseries extérieures | p 12 |
| Apports pour la logistique | p 13 |
| Conclusion | p 14 |
| ► ÉVALUATION DE L'ÉQUIPE D'EXPÉRIMENTATION | p 16 |
| Les objectifs | p 16 |
| La gestion des approvisionnements | p 16 |
| Le conditionnement des matériaux | p 18 |
| Bilan de l'entreprise de cloisons-doublages | p 19 |
| Bilan de l'entreprise de menuiseries extérieures | p 20 |
| Bilan de l'entreprise de plomberie-chauffage | p 21 |
| Conclusion | p 21 |
| ► ANNEXE : Extrait du journal « Chantiers 2000 » | |
| Des colis en kit livrés à l'avancement du gros oeuvre | p 23 |

Fiche technique :

REX VALENCE

► RÉSUMÉ DE L'EXPÉRIMENTATION

L'objet de la proposition est d'améliorer la productivité et les conditions de travail du personnel d'exécution des PME du Bâtiment. Ce projet consiste à organiser, de façon complète et détaillée, la logistique d'approvisionnement et les manutentions d'amenée à pied d'oeuvre d'un chantier en corps d'état séparés, puis à mesurer les progrès engendrés. En particulier, il s'agit d'expérimenter par lot un colisage en kit, livré à l'avancement du gros oeuvre, contenant tous les éléments nécessaires à la réalisation d'un appartement.

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération se situe à Valence (26). Elle se compose d'un immeuble R+3 de 40 logements. Le maître d'ouvrage a délivré l'ordre de service en mai 1995. Le chantier a été livré en septembre 1996.

► PARTENAIRES DE L'EXPÉRIMENTATION

Maître d'ouvrage

SAEIM Valence (maître d'ouvrage délégué : SCIC AMO)

Maîtrise d'œuvre

Cabinet SOHRA, architecte
CERTIB, BET

Entreprises

Rampa Génie Civil, *gros oeuvre*
Busseuil et Fils, *plomberie*
Doron-Criep, *peinture et cloisons-doublages*
Brioude Applications, *menuiseries*

Industriel

Perge, *matériel de chauffage*

Contact

Daniel DAVID - CERTIB
immeuble «Le Sphinx» - Le Clos des Tanneurs
Avenue Adolphe Figuet
26100 ROMANS
Tél : 04 75 02 07 27 - Fax : 04 75 02 74 82

► 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 28

Synthèse de l'évaluation

Sur le chantier de Valence, l'équipe a mis en place une organisation qui se caractérise par le renforcement des liens entre les entreprises et les fournisseurs afin d'expérimenter des solutions rationnelles, offrant des gains potentiels en termes de conditions de travail et de productivité.

Il s'agit d'améliorer la logistique de chantier en intégrant les contraintes et les attentes des équipes d'exécution, tant pour les manutentions que pour la mise à pied d'oeuvre des produits. L'équipe vise plus particulièrement à appliquer au chantier un mode de gestion des approvisionnements qui évite les attentes (pour le chantier et pour les fournisseurs), les livraisons non-conformes, les colis endommagés, etc.

Une enquête préalable, portant sur les pratiques quotidiennes, les causes de non-qualité et les dysfonctionnements associés, a permis de focaliser la réflexion sur l'approvisionnement des cloisons/doublages, des produits pour les travaux de peinture, des menuiseries extérieures et intérieures, des équipements de chauffage.

L'idée directrice de l'expérimentation consiste en la réalisation de «kits» livrés à l'avancement du gros oeuvre et permettant de regrouper en des colis adaptés, tous les éléments nécessaires aux compagnons pour exécuter leurs travaux par «cellule» (appartement).

Cette démarche s'est effectivement appliquée aux lots cloisons/doublages et menuiseries extérieures. Un travail de préparation a précédé la confection de colis spécifiques; il s'est traduit par une définition précise du contenu des colis et par un calepinage détaillé des emplacements de stockage sur les planchers. Afin de dégager les espaces nécessaires à ce stockage, les planchers sont constitués de prédalles qui ne nécessitent qu'un nombre limité d'étais.

La grue de l'entreprise de gros oeuvre a manutentionné les colis, à partir de plages horaires planifiées lors des réunions «logistiques» hebdomadaires et confirmées systématiquement. Le chef de chantier gros oeuvre a assuré la coordination des approvisionnements, les entreprises de second oeuvre restant responsables des relations avec les fournisseurs.

Contrairement aux ambitions de départ, les autres produits (peinture, équipements de chauffage) n'ont pas bénéficié d'une organisation similaire en raison de leurs caractéristiques (par exemple, risque de gel pour les enduits), ou du manque de mise au point des kits.

Pour les cloisons/doublages et les menuiseries extérieures, l'expérimentation s'est traduite par une diminution sensible du temps de manutentions manuelles et par une forte limitation de la pénibilité des travaux. Hormis ce point commun, le bilan est à nuancer suivant les produits.

Malgré les précautions prises, les produits plâtre ont souffert de l'humidité. Le coût de réalisation des colis est par ailleurs élevé. Ainsi, limiter le nombre de colis différents aurait probablement favorisé des solutions moins particulières et permis de concentrer les efforts sur la protection des produits contre l'humidité.

Les menuiseries extérieures, quant à elles, n'ont pas souffert des conditions de stockage pendant les travaux de gros oeuvre, malgré une protection mécanique «légère». Le bilan économique est positif et l'entreprise souhaite reconduire l'expérience.

La reproductibilité d'une telle expérimentation est d'abord subordonnée à la construction d'un dialogue entre tous les professionnels, dès la phase amont du projet. Définir très tôt les principes d'organisation, puis coordonner les actions qui en résultent, sont en effet les conditions d'une telle organisation logistique dont les bénéfices semblent encore s'exprimer en matière d'évolution des conditions de travail plutôt qu'en gains économiques directs.

Néanmoins, les gains indirects, notamment en matière de qualité d'exécution de l'ouvrage (avec les incidences positives sur l'entretien du bâtiment), constituent un terrain que les professionnels du Bâtiment devront défricher pour évaluer les apports économiques d'une organisation logistique.

Le coordonnateur sécurité pourrait être un levier permettant au maître d'ouvrage de faire tendre les entreprises vers une telle organisation.

Protocole d'expérimentation

L'objectif général est *«d'améliorer la productivité globale et les conditions de travail sur les chantiers»*. L'équipe, constituée principalement de PME de la région de Valence, justifie cette ambition d'ordre général par le constat suivant : *«La plupart des problèmes et des dysfonctionnements rencontrés sur les chantiers proviennent d'une mauvaise communication entre les partenaires, chacun travaillant seul, sans se préoccuper du voisin, de l'étape précédente et de la suivante»*

L'équipe entend focaliser sa réflexion sur deux points principaux :

1. *«l'amélioration de l'organisation interne et externe (des PME) en s'intéressant plutôt à l'aspect gestion, des approvisionnements et de la logistique en faisant participer le personnel de production (à la démarche)»*.

peinture. Le choix des produits résulte d'une enquête, menée auprès des différents partenaires de l'équipe (les entreprises ont engagé une réflexion visant à la mise en place de démarches d'assurance-qualité), sur les pratiques quotidiennes de chacun des corps d'état concernés.

L'idée directrice de l'expérimentation est de concevoir des «kits» (dont les caractéristiques sont fonction des produits considérés) afin que les compagnons disposent de tous les éléments nécessaires à la réalisation des travaux d'une cellule donnée.

Ces kits sont conçus pour garantir que «tout» (matériaux, notice, outils, gabarits, quincaillerie, etc.) soit à pied d'oeuvre, mais également pour que leur manutention puisse s'effectuer en évitant le coltinage manuel, source de fatigue, de risques



2. *«la définition de nouvelles règles de mise en oeuvre impliquant tous les maillons de la chaîne du produit (depuis l'industriel et le fournisseur jusqu'au chantier). Ces règles s'appliquent essentiellement au colisage et à la manutention»*.

Le champ couvert par ces deux points est très vaste, mais l'intention de l'équipe est de concentrer ses efforts sur un nombre limité de produits : les menuiseries extérieures et intérieures, l'équipement de chauffage, les cloisons/doublages, la

humains (accidents) et techniques (détérioration des matériaux et matériels).

La réalisation des kits (ou colisages à la demande) suppose une fiabilisation de la commande, de manière à être en correspondance avec les besoins du chantier. L'équipe a donc plus particulièrement étudié la coordination et la communication entre bureau d'étude et fournisseur, la qualité du dialogue en amont du chantier conditionnant la bonne conception des kits et leur parfaite adéquation aux travaux à réaliser.

L'équipe identifie par ailleurs l'amélioration des communications internes au sein des entreprises comme étant essentielle pour une organisation efficace.

Le protocole d'expérimentation décrit les dispositions envisagées pour chacun des produits sélectionnés :

Pour les cloisons-doublages, la cellule de référence est l'appartement. Le «kit-produit» est composé des doublages, des cloisons alvéolées et des semelles. Le «kit-joints» est composé de joints souples, de la colle et des profilés. La préparation des colis s'effectuera chez le négociant. La manutention et le stockage sur chantier s'opéreront :

- à l'aide la grue du gros oeuvre, avant la pose des planchers supérieurs et des toitures;
- dans chaque cellule, suivant l'ordre inverse de pose

Pour les menuiseries extérieures, la cellule de référence est l'appartement. La manutention et le stockage s'opéreront à l'aide la grue du gros oeuvre, avant la pose des planchers supérieurs et des toitures.

Pour les menuiseries intérieures, la cellule de référence est l'appartement. Lors de la composition des colis, les huisseries seront séparées des portes. Les kits seront manutentionnés et mis à pied d'oeuvre avec les colis de cloisons correspondantes.

Pour la peinture, la cellule de référence comprend une zone de trois ou quatre appartements. Le conditionnement des kits sera effectué à l'entreprise sous forme de «kit-boîtes». Les produits seront approvisionnés à l'avancement.

Pour le matériel de chauffage, la cellule de référence est l'appartement. Le «kit-tubes» est composé de tubes PER sous fourreaux. Le kit-radiateur est composé des radiateurs et des pièces périphériques. La préparation des colis s'effectuera chez le fabricant. L'industriel livrera directement les colis sur le chantier; ceux-ci seront amenés à pied d'oeuvre.

Les dispositions sont plus précises pour les cloisons/doublages et les menuiseries, que pour les produits de peinture et de chauffage. Cette différence reflète la force du lien qui existe entre les travaux de gros oeuvre et les travaux de cloisons/doublages et de menuiseries extérieures. Ce lien est moins fort avec les travaux d'installation de systèmes de chauffage ou ceux de peinture.

Dans l'organisation imaginée par l'équipe, l'interaction avec le gros oeuvre est en effet très marquée

pour les travaux de cloisons/doublage et ceux de menuiseries extérieures :

«Les palettes (d'éléments de cloisons/doublage et de menuiseries extérieures) seront stockées sur les dalles avant la mise en place de la dalle haute de l'étage considéré et avant la mise en place de la toiture».

Ainsi le protocole d'expérimentation décrit de manière assez claire les principes d'organisation, anticipe quelques problèmes majeurs de coordination, en particulier au stade des décisions de conception des «kits». Il est en revanche plus discret sur d'autres points, tels les choix techniques de gros oeuvre, les précautions relatives au conditionnement des produits sensibles à l'eau, ou les dispositions à adopter pour la protection des produits fragiles (menuiseries extérieures).

Cette expérimentation intègre ainsi certaines des préoccupations actuelles de la profession, en particulier celles relatives à la logistique de chantier et à l'assurance qualité :

• **La logistique de chantier**

L'équipe vise, sur un nombre limité de produits, à tester des solutions améliorant les modes d'intervention des fournisseurs du chantier (conception de kits, coordination des approvisionnements).

• **L'assurance qualité**

Le protocole d'expérimentation met bien en évidence les deux niveaux d'un système d'assurance qualité d'une opération :

le niveau interne à chacun des acteurs de l'opération qui traite du fonctionnement de la maîtrise d'ouvrage, de la maîtrise d'oeuvre, des entreprises (avec en particulier un regard sur les relations entre l'encadrement et le personnel d'exécution), des fournisseurs, etc.

le niveau général qui correspond à l'organisation de tous les professionnels concourant à la réalisation de l'opération. Le mode de coordination et de pilotage de cette organisation est un des facteurs conditionnant son bon fonctionnement.

Déroulement de la démarche

Afin de créer les conditions d'organisation envisagées, l'équipe a adopté plusieurs dispositions :

- diffusion auprès des conducteurs de travaux et des chefs d'entreprises de questionnaires (issus d'une enquête menée par des étudiants de l'ESIGEC¹) destinés à recueillir les caractéristiques des opérations de manutentions (volume, masse, fréquence, conditions de stockage, etc.), ainsi que les besoins propres des différents corps d'état en matière de moyen de manutention;
- élaboration d'un document décrivant en détail les phases du gros oeuvre;
- réunions hebdomadaires exclusivement consacrées aux approvisionnements avec compte-rendu spécifique;
- élaboration d'un document «plan qualité chantier» regroupant les informations relatives au déroulement du chantier, et destiné à être actualisé par le coordonnateur des travaux.

La coordination du chantier a été confiée à un OPC.

Les principes généraux d'organisation énoncés dans le protocole d'expérimentation ont pu être

► CLOISONS/DOUBLAGES

En concertation avec l'entreprise de gros oeuvre et le bureau d'études structures, le plaquiste a entrepris un calepinage des zones de stockage des palettes tenant compte de la proximité des palettes du lieu de mise en oeuvre, de la répartition des charges sur les planchers, de la nature des travaux à réaliser (cloisons, doublages, faux plafonds) dans les différentes zones (zone= appartement), de la circulation autour des lieux de stockage. Cette étude de calepinage, inhabituelle sur des chantiers comparables, s'est traduite par un plan précis, par étage, des zones de stockage en phase gros oeuvre et par un tableau synoptique représentant, pour chacune des cellules, le nombre et le type de palettes à stocker.

Ce travail, très détaillé, a permis de ventiler les 212 colis d'éléments de cloisons/doublages suivant une vingtaine de types différents. Ces colis, conçus afin d'optimiser les manutentions dans les étages (plaques stockées horizontalement), respectent en



¹Ecole supérieure d'Ingénieurs en Génie de l'Environnement et de la Construction

appliqués pour les approvisionnements des menuiseries extérieures et des cloisons/doublages. Des principes différents ont présidé l'organisation des approvisionnements pour les autres produits (peinture, chauffage).

particulier l'ordre de pose des éléments (doublages sur le dessus des piles, cloisons alvéolées en dessous). A partir des palettes de produits livrés par l'industriel, le négociant a confectionné les colis sur la

base des indications de l'étude de calepinage et en prenant les dispositions suivantes :

- palette en bois, réalisée spécialement pour le chantier, garantissant la présence d'un vide d'air entre le sol et la pile;
- une plaque de BA 13 de protection en dessous de la pile;
- une plaque de BA 13 de protection sur le dessus de la pile;
- des renforts dans les angles constitués de fragments de plaque BA 13;
- une double enveloppe plastique (non scellée);
- marquage à la peinture d'un numéro d'identification du colis, ce numéro étant visible à une distance d'environ vingt mètres.

Les accessoires nécessaires à la pose de ces produits (semelles, vis, bandes, colle, etc.) n'ont pas été joints aux colis par crainte des vols.

En raison de livraisons lors de périodes pluvieuses, et du stockage des matériaux plusieurs mois avant leur mise en oeuvre, les produits ont souffert des intempéries. Les plaques « martyres » entourant les piles ont été endommagées (par l'humidité en dessous, par les chocs par dessus), et quelques éléments de cloisons, situés au bas des piles ont été abîmés par l'humidité. Environ deux cents plaques ont ainsi été déclassées. Les compagnons ont par ailleurs observé quelques difficultés de mise en oeuvre (fragilité des cloisons, courbure). L'équipe avait anticipé les dégradations par des approvisionnements de cloisons et doublages en surnombre; ceux-ci correspondent également au complément de quelques palettes afin que leur composition s'accorde à un des types déjà répertoriés (volonté de limiter la variété des types de colis).

Les palettes en bois ont dû être évacuées du bâtiment (certaines d'entre elles ont été détruites, d'autres ont été récupérées par le négociant). Les housses en plastique ont très fréquemment servi de réceptacle à déchets (chutes de coupes, films d'emballage, carton/plaques de protection des angles, autres déchets de chantier), avant évacuation vers la benne.

Le chef de chantier gros oeuvre, qui supervisait le déroulement des approvisionnements, disposait d'un tableau synoptique pour répartir les colis livrés par le négociant, au fur et à mesure des commandes. Durant les premières livraisons, un marquage au sol à la peinture, délimitant l'emprise et répertoriant le numéro de type de la palette, identifiait les zones de stockage. Les livraisons non

conformes au plan de calepinage ont été très limitées.

Les commandes étaient planifiées une semaine à l'avance lors des réunions logistiques hebdomadaires. L'entreprise de gros oeuvre a facilité le déroulement des approvisionnements, mais ne s'est pas substituée aux corps d'état pour gérer les commandes.

Le maître d'ouvrage a pris en charge l'avance de trésorerie liée à l'anticipation des commandes de matériaux.

Les livraisons se sont déroulées hors des périodes de saturation de la grue (en général en fin de matinée, selon des plages horaires très précises). En cas d'aléas, la grue était dévolue en priorité à l'exécution des tâches de gros oeuvre.

Les colis étaient déchargés directement du plateau du camion pour être acheminés à l'endroit prévu. Outre le chef de chantier et le grutier, deux représentants du négociant ont régulièrement assisté aux livraisons. Grâce au travail de préparation, la durée de ces livraisons était courte (à titre d'exemple huit palettes de quatre types différents ont été livrées en 35 minutes).

Cette organisation a impliqué des contraintes pour l'entreprise de gros oeuvre :

- la présence de colis n'a pas facilité la mise en place de files d'étais pour le soutien temporaire des prédalles. Cette difficulté a disparu après une période d'apprentissage;
- le rebouchage des joints entre prédalles s'est opéré en deux étapes : partie courante, puis reprise au droit des poutres de soutien.

La nécessité de disposer d'espace pour le stockage des colis a dicté le choix de planchers en prédalles. Couler des planchers en place aurait été moins onéreux, mais aurait restreint l'espace du fait des supports de coffrage. L'utilisation d'étais, pour reprendre les surcharges dues au stockage des colis, a permis d'éviter des aciers complémentaires. Malgré l'étude de calepinage des zones de stockage, certaines palettes recouvraient le tracé au sol destiné à l'implantation des cloisons. C'est pourquoi les compagnons ont parfois dû dépalettiser les produits pour les repalettiser quelques décimètres plus loin. Ceci ne tient pas à un défaut de méthode : certaines zones sont très exigües et ne laissent que peu de latitude en terme d'espace de stockage.

La pose des cloisons et des doublages s'est effectuée depuis les cellules situées au rez-de-chaussée en montant dans les étages.

► MENUISERIES EXTÉRIURES

Comme pour les produits de cloisons et doublage, l'équipe a entrepris un travail d'organisation et d'anticipation des livraisons (le projet comptabilisait treize types de menuiseries extérieures).

Suivant les principes décrits précédemment, les colis de menuiseries extérieures ont été approvisionnés à l'avancement du gros oeuvre à l'aide de la grue, environ un mois et demi avant leur mise en oeuvre. Les emplacements de dépose de ces colis étaient prévus et repérés dans les étages. Par crainte de vol, ce mode d'approvisionnement n'a pris effet qu'à partir du premier étage. Les menuiseries du rez-de-chaussée ont été acheminées manuellement, à l'avancement de la pose.

Les colis étaient composés de menuiseries de tailles variées correspondant aux produits à poser dans les différentes zones (24 palettes pour 40 appartements sur 3 niveaux). Ces menuiseries étaient solidement cerclées sur des supports métalliques. Bien que munies d'un anneau intégré à la structure des supports, les colis étaient attachés au crochet de la grue par des sangles favorisant un meilleur équilibrage de la charge.

La protection contre des sollicitations accidentelles était assurée par un simple film plastique entourant les colis. Aucun colis n'a été endommagé. Toutefois, la protection mise en place n'aurait pu être efficace qu'en cas de sollicitations peu violentes (coulure de laitance, projection d'éclats légers, etc.). En cas de chute d'un étau par exemple, des menuiseries auraient vraisemblablement été détériorées.

Le choix des zones de stockage sur les planchers était plus aisé que pour les palettes de cloisons/doublage. En particulier, les colis étaient moins nombreux et moins encombrants. Cette relative liberté dans les choix ne doit pas faire



oublier que les menuiseries sont des produits fragiles et que les risques, tels la chute d'objets ou la présence d'outils contondants (par exemple les élingues ou les chaînes de sûreté liées au crochet de la grue en particulier lors de la livraison des fermettes), doivent être étudiés.

La suppression de manutention manuelle dans les étages s'est traduite par une amélioration des conditions de travail du compagnon chargé de la pose des menuiseries. En outre, les conditions de manutention ont préservé les menuiseries des chocs ou des frottements contre les éléments de structure lors des déplacements.

Les supports métalliques des menuiseries sont destinés à être réemployés. Leur rotation entre l'usine et le chantier est dès lors souhaitable afin d'amortir l'investissement de fabrication. Cette

rotation s'est mal déroulée, les balcons étant coulés en place : les étais ont obstrué le passage des supports à travers les baies. De plus, la grue était démontée lors de l'enlèvement des derniers supports; leur évacuation du bâtiment s'est donc avérée délicate.

► AUTRES APPROVISIONNEMENTS

Les autres produits visés au protocole d'expérimentation (équipements de chauffage, produits pour les travaux de peinture) n'ont pas bénéficié d'un colisage en kit adapté à leurs contraintes spécifiques.

Pour les équipements de chauffage, l'équipe avait envisagé de transposer au collectif les méthodes qu'applique le fabricant en habitat individuel, à savoir le regroupement dans une même unité des équipements nécessaires à la réalisation d'un système de chauffage pour une maison. En fait, les chaudières et les radiateurs sont des composants extrêmement sensibles au vol. Les approvisionner à l'avance présentait trop de risques. Quelques dispositions ont néanmoins été adoptées :

- les colis contenant les dossierets des chaudières, les accessoires de connexion et les notices ont été livrés par appartement,
- les ballons d'eau chaude ont également été livrés avec les accessoires d'accrochage et de connexions.

Les produits destinés aux travaux de peinture, ont fait l'objet d'approvisionnements «classiques».

Pour la peinture proprement dite, le conditionnement en seaux permet une manutention aisée. Même si le poids d'une unité n'est pas négligeable, le nombre de pots transportés quotidiennement reste faible. La sensibilité de ces produits au vol rend par ailleurs difficile un approvisionnement important à l'avance.

Pour l'enduit mural, les quantités manipulées (450 kg/appartement) plaident pour un approvisionnement à l'avancement du gros oeuvre. Si ces produits sont peu sensibles au vol, ils le sont par contre au gel. Cependant, la grue n'était plus disponible après la période de froid.

Il était également envisagé d'approvisionner à l'avancement les précadres des portes intérieures, dans le même temps que les cloisons et doublages. Cette procédure ne s'est pas appliquée, la prescription n'étant pas stabilisée au

moment de concevoir les colis. Cet exemple illustre l'importance de la définition préalable, complète et définitive de la prescription pour la mise en place d'une organisation rationnelle des approvisionnements.

► INTERACTIONS ENTRE CORPS D'ÉTAT

La démarche a impliqué des «ajustements» entre corps d'état, mentionnés pour certains dans les chapitres précédents (gros oeuvre/plaquistes, gros oeuvre/menuisier). Mais l'organisation a aussi interagi avec les interventions d'autres corps de métiers. D'une manière générale, ces corps de métiers expriment un sentiment de gêne quant à la présence des palettes de cloisons/doublage dans les étages:

- gêne pour l'électricien lors de son intervention sur des parties de réseaux encastrées dans un voile banché (la palette était placée trop près de ce voile);
- gêne pour le charpentier qui craignait d'abimer les produits plâtre ou les menuiseries, par exemple si une fermette venait à échapper à son contrôle et heurter une palette.

Cependant, l'observation montre que les équipes ont su tirer un certain bénéfice des mesures prises. On peut ainsi noter l'utilisation fréquente des palettes de cloisons/doublage comme plate-formes de stockage pour les sacs de mortier colle, la boîte à clous, les caisses à outils, les seaux, etc; elles ont également servi de plate-formes de travail pour le charpentier (pose des fermettes) et... le plaquiste (pose de plaques de plâtre au plafond, découpe des doublages, etc).

Les approvisionnements des cloisons/doublage et des menuiseries extérieures se sont «fondus» en souplesse dans l'activité du gros oeuvre, très certainement en raison de l'implication permanente du chef de chantier gros oeuvre. Ce dernier s'inscrit donc comme l'élément pivot concourant au succès de ce mode d'approvisionnement. L'entreprise de gros oeuvre souligne d'ailleurs que l'absence de perturbation dans l'avancement des travaux de structure constitue la condition impérative à la reproduction d'une telle expérience.

Evaluation de la démarche et perspectives

Les dispositions prévues ont été appliquées en majeure partie. Cette appréciation globale doit être nuancée suivant les produits et les phases du chantier.

► CLOISONS/DOUBLAGES

Les éléments d'appréciation qualitatifs ont été évoqués précédemment (meilleures conditions de travail, pénibilité moindre, meilleure coordination avec l'électricien et le plombier). En particulier, les

• l'estimation du coût d'utilisation de la grue paraît très élevé, compte tenu des durées de manutention observées;

• le (sur)coût d'études est très conséquent (244 % par rapport à un chantier traditionnel de même importance);

• le coût d'encadrement, très élevé, correspond à une présence effectivement plus fréquente sur le chantier.

Ce bilan ne milite pas pour la reconduction de l'expérience. Cependant, cette conclusion est à nuancer. L'équipe s'est en effet engagée dans une



compagnons soulignent l'absence de coltchage dans les étages des produits contenus dans les 212 palettes.

Ces gains - appréciables - ont été obtenus au prix d'études détaillées, inhabituelles pour ce type de chantier, et d'investissements dans la conception et la réalisation de conditionnements spécifiques. L'évaluation économique de l'entreprise met en avant les éléments suivants :

• le bilan financier ne plaide pas en faveur de la méthode expérimentée. Le poste à l'origine de ce résultat est le conditionnement, tant pour son coût direct (palettes, housses, main d'oeuvre du négociant), qu'indirect (plaques « martyres », plaques abimées par l'humidité, évacuation des plaques en surplus);

solution « riche », avec pour conséquence un foisonnement important de types de palettes, générateur de surcoûts. Un autre choix de cellule pourrait ainsi diminuer le nombre de colis différents. En substituant par exemple l'étage (4 logements) à l'appartement, la typologie des colis aurait été changée. Cette solution, qui implique des manutentions horizontales entre appartements, aurait cependant favorisé un colitage plus homogène. Associée à des travaux planifiés de haut en bas dans chaque cage d'escalier, cette méthode aurait sans doute optimisé l'organisation : moins de plaques en excès à manutentionner, moins de types de colis, des colis éventuellement plus étanches.

L'intérêt principal de la méthode proposée réside dans l'économie de main d'oeuvre (estimée par

l'entreprise à 40 hommes x jours pour l'ensemble du chantier) et les gains (non directement chiffrables) liés à l'amélioration des conditions de travail.

La question est de savoir si un autre mode d'organisation permettrait d'obtenir un niveau de performance équivalent avec un coût direct moindre. Des solutions concurrentes, connues, existent :

- approvisionner en cours ou en fin de gros oeuvre, à l'aide de la grue qui présente les palettes devant les baies. Bien que cette solution permette de limiter les efforts, elle présente un danger non-négligeable et est consommatrice de temps. Elle immobilise par ailleurs la grue;
- approvisionner les matériaux, plutôt en fin de gros oeuvre, à l'aide d'un engin de levage spécifique (chariot à bras télescopique par exemple) qui présente les palettes devant les baies (celle-ci peuvent être introduites directement dans le bâtiment lorsque le parti architectural s'y prête).

En faisant abstraction de leurs conditions propres de mise en oeuvre, de telles solutions réduisent l'importance d'un problème dont le traitement s'est avéré coûteux sur cette expérimentation : la protection des produits contre l'humidité.

Les règles professionnelles en vigueur (qui sont susceptibles d'évoluer) déconseillent d'adopter des dispositions similaires à celles appliquées sur ce chantier. Ceci étant, les solutions techniques, fiables et économiques, qui garantiraient une conservation des produits dans de bonnes conditions de stockage, restent à concevoir et à mettre au point avec les industriels. La méthode expérimentée ayant mis en évidence les gains escomptables, le défi est d'imaginer ces solutions et l'organisation qui permettra de les valoriser.

L'organisation mise en place, avec un pilotage des approvisionnements par le chef de chantier gros oeuvre, est un scénario à retenir. Les contraintes sont ainsi prises en

compte par celui qui, lors de cette phase (gros oeuvre), est le plus à même de les résoudre.

► MENUISERIES EXTÉRIEURES

Des gains de main d'oeuvre (55 heures) ont été comptabilisés sur les temps de manutention. De fait, le bilan des menuiseries extérieures ne peut se comparer à celui des cloisons/doublages. En particulier, on peut exclure en première approche les cas de menuiseries livrées en trop, les menuiseries à évacuer et les non récupérables.

Si les menuiseries n'ont pas subi de détériorations sur ce chantier, le risque n'est toutefois pas négligeable. En particulier, la protection par un simple



film plastique ne garantit que contre des accidents bénins. Stocker les produits durant une longue période dans laquelle est comprise la phase gros oeuvre, expose à des accidents potentiels.

On ne peut donc conclure que la pérennité des performances des produits sortis d'usine est garantie par l'organisation mise en place sur cette expérimentation.

Toutefois, la « confiance » qu'inspireraient les colis a

envisagées, mais avec des contraintes de même nature et des conditions de sécurité plus difficiles à assurer en raison du poids et des dimensions des menuiseries. La fiabilisation de la commande est impérative dans une telle démarche. De même, la vérification de la prescription et de la commande est nécessaire avant d'engager tout colisage spécifique de produits qui sont chers et « uniques » (du moins spécifiques à un chantier et



sans doute constitué un élément favorable. Sans indication ou consigne permanente particulière, ces colis ont été mieux respectés que les colis de cloisons/doublages. Là encore, le défi est d'imaginer la solution technique et le mode d'organisation qui permettent d'exprimer les gains potentiels directs et indirects les moins onéreux.

La coordination avec l'entreprise de gros oeuvre est une condition impérative à la reproduction de la méthode. Cette coopération pourrait notamment aboutir à une organisation semblable à celle expérimentée, même avec des choix techniques moins favorables en terme de disponibilité d'espace. Ainsi, l'entreprise de menuiseries se déclare prête à étudier un approvisionnement à l'avancement du gros oeuvre en cas de planchers coulés en place. Des solutions opérationnelles, voisines de celles appliquées pour les cloisons/doublages (grues, chariot avec bras télescopique), peuvent être

difficilement utilisables pour une autre opération). D'où l'implication nécessaire de l'industriel aux côtés de l'entreprise et du bureau d'études. Dans le cas de l'entreprise de menuiseries, qui est également fabricant, le surcoût lié au colisage à la demande (bien que non évalué) semble être compensé par un gain de délai lors de la mise en oeuvre (ainsi que par la réduction à une seule personne de l'équipe de chantier). Dans un cas de figure similaire, l'entreprise se déclare prête à assumer le coût financier lié à l'anticipation des approvisionnements.

► APPORTS POUR LA LOGISTIQUE

Un des intérêts de l'expérimentation est d'illustrer les limites de la mise en place d'une organisation logistique dans le bâtiment.

Le premier enseignement est qu'une adaptation très «fine» des colis de produits plâtre à un logement spécifique génère des coûts trop élevés. Cette adaptation soulève en outre des difficultés, comme les conditions de préservation des performances techniques de produits stockés sur le site bien avant leur utilisation. Néanmoins, les gains potentiels ont pu être cernés. Ils situent bien le niveau des défis qui sont à relever. Les solutions à développer sont différentes selon les produits considérés et les critères adoptés. Par exemple, la sensibilité aux conditions climatiques ou les incidences du stockage sur les conditions de mise en oeuvre sont fortes pour les produits plâtre (humidité) mais faibles pour les menuiseries extérieures. En revanche, la définition préalable de la prescription est impérative pour les menuiseries alors qu'elle est moins importante pour les produits plâtre qui sont des produits banalisés et interchangeable.

Le second enseignement s'applique à l'organisation des travaux. Enclencher les travaux de plâtrerie par le haut (dès lors que les bâtiments sont hors d'eau) permettrait de mieux organiser les interventions, et en particulier la préparation des colis. Ceux-ci pourraient être plus «larges» pour les étages supérieurs, sachant que les éléments en surplus peuvent être descendus sans trop de difficulté d'un étage. Le dossier méthode élaboré par l'entreprise de gros oeuvre, décrivant par le menu les phases de réalisation de la structure, s'est avéré utile pour organiser les approvisionnements à l'avancement du gros oeuvre. Ce dossier, contenant une quantité d'informations parfois trop importante pour être lisible, a néanmoins suppléé au manque de précision des plannings habituels.

La coordination des approvisionnements s'est déroulée en deux phases :

- pendant les travaux de gros oeuvre (nous avons déjà souligné le rôle positif joué par le chef de chantier de l'entreprise de gros oeuvre)
- après le départ de l'entreprise de gros oeuvre, par un coordonnateur OPC extérieur dont la mission ne permet pas une présence quotidienne sur le chantier

► CONCLUSION

Parmi toutes les dispositions adoptées, certaines sont porteuses de futurs prolongements, d'autres ne sont pas à reprendre en l'état. C'est un des mérites de l'expérimentation que d'avoir mis en évidence des limites difficilement franchissables tant pour des raisons techniques, que pour des raisons économiques.

Dispositions techniques

La protection contre l'humidité des colis des produits plâtre est un point critique à résoudre. Une telle expérience ne pourra être reproduite sans une étude spécifique avec l'industriel afin d'élaborer une solution plus fiable et économique. Le colisage des menuiseries extérieures s'est révélé globalement satisfaisant. Toutefois, l'absence de désordre sur ce chantier ne saurait laisser penser que la solution adoptée est parfaite. Si le stockage de menuiseries de tailles différentes sur des supports rigides est à reconduire, une attention particulière devra être portée à la protection mécanique des produits.

Modes d'organisation

Le calepinage des emplacements de stockage des colis s'est avéré efficace pour la gestion des approvisionnements. En effet, l'organisation spatiale est rendue «lisible» et la possibilité de gestion visuelle qui en résulte simplifie les outils de contrôle et leur utilisation sur chantier.

En cohérence avec le plan de calepinage des zones de stockage, le marquage des colis est un moyen simple d'accompagner la gestion des approvisionnements. Sa mise en oeuvre implique la mobilisation des acteurs concernés, en particulier pour décider à qui incombe ce marquage (ici, le négociant).

La mise en place de cette organisation suppose une concertation en amont entre le bureau d'études structure, l'entreprise de gros oeuvre, l'entreprise et son fournisseur, pour préciser les incidences du plan de stockage sur le déroulement du chantier, en particulier des travaux de gros oeuvre. De ce point de vue, le choix des techniques de gros oeuvre est essentiel, dans la mesure où il conditionne fortement la capacité de dégager des zones de stockage temporaires pour les colis. Ce qui précède n'est évidemment reproductible que si les entreprises sont toutes désignées lorsque les décisions évoquées sont à prendre.

Confier au chef de chantier gros oeuvre la conduite des opérations d'approvisionnement des autres corps d'état pendant la phase de gros oeuvre, s'avère être une mesure efficace et aisément reproductible.

La fiabilisation des prescriptions est indispensable à toute organisation logistique. Faute d'une prescription stable dans un délai suffisant (qui est propre à chaque produit considéré) qui permette de lancer la fabrication et la réalisation de colis

adaptés, l'organisation des approvisionnements ne pourra dégager le même potentiel qu'à Valence. Au delà des intérêts évidents en terme d'amélioration des conditions de travail, le gain financier à court terme lié à de telles organisations est difficile à mettre en évidence. En première approche, on observe un transfert entre acteurs, de tâches réputées (à juste titre) pénibles et dangereuses et génératrices de non-qualité. Au lieu d'affecter des compagnons à l'exécution de ces tâches, l'organisation logistique les éclate sur un ensemble d'autres acteurs qui contribuent individuellement à la définition et à l'application de solutions plus rationnelles, basées sur un partage différent des ressources mobilisables par chacun. Ainsi, une étude préalable permettra de définir un ensemble

construits avec des produits présentant des performances intactes, car colisés et stockés dans de bonnes conditions, optimisent la qualité de réalisation et abaissent les coûts de réparation et d'entretien du bâtiment. La difficulté d'évaluation de ces gains indirects rend délicate la justification économique d'une organisation logistique : la détermination de la «valeur» de cette dernière est donc un champ urgent à explorer. Cette expérimentation aura toutefois poussé les entreprises à évaluer le coût financier de l'avance de trésorerie associé à l'anticipation des approvisionnements. Sans être négligeable, ce coût (une estimation très grossière - 250KF sur 4 mois à 10% - donne 5KF) ne condamne pas définitivement toute tentative future.



de dispositions cohérentes avec les moyens disponibles sur le chantier, mais aussi auprès d'autres opérateurs comme les fournisseurs. Cette étude, et l'utilisation de ces moyens, génèrent un coût direct qui doit, en comparaison d'une méthode plus traditionnelle, être le critère déterminant pour évaluer l'intérêt d'une telle organisation. De toute évidence, il existe des gains induits par une organisation logistique, par exemple l'abaissement des coûts liés à une diminution des travaux pénibles et dangereux. De même, des ouvrages

Les perspectives liées à l'organisation logistique passent aussi par une réflexion sur la prise en compte de la sécurité du chantier dès la conception et pendant les travaux. C'est un des enjeux de la mission de la coordination sécurité dans laquelle la maîtrise d'ouvrage est directement impliquée.

Evaluation de l'équipe d'expérimentation

► LES OBJECTIFS

Les entreprises partenaires de l'opération ont pour objectif la certification Qualité (Qualibat niveau D) ISO 9002. Elles ont entamé une réflexion sur l'organisation générale de leurs structures respectives, les points de dysfonctionnement et ont commencé à analyser les coûts de «non qualité».

Ces analyses ont mis en évidence trois points forts :

- L'absence de communication entre l'encadrement, ou le siège, et le personnel de production qui s'accroît en fonction du degré d'organisation de l'entreprise. Par exemple, les livraisons n'arrivent pas toujours au bon moment sur le chantier ou ne sont pas toujours complètes. De même, il arrive qu'aucun représentant de l'entreprise ne soit présent sur le chantier pour réceptionner une livraison.
- Des coûts de «non qualité» induits par une mauvaise gestion des approvisionnements.
- Des gains de productivité potentiels par une optimisation de la logistique de chantier (le mode de colisage intervenant pour une part importante dans l'obtention de ces gains).

Ces trois points ont généré une réflexion axée sur les idées directrices suivantes :

- Faire participer le personnel de production à l'organisation du chantier.
- Réorganiser l'approvisionnement des matériaux en intégrant les contraintes de l'ensemble de la filière et de tous les corps d'état.
- Appliquer aux corps d'état secondaires les grands principes d'organisation, surtout employés jusqu'à présent par le gros oeuvre (plans d'installation de chantier, méthodes, ...).
- Repenser le conditionnement des matériaux et planifier les moyens de levage et de manutention prévus sur le chantier afin d'en optimiser l'utilisation.
- Tendre vers un conditionnement en «kit» par cellule des matériaux avec livraison à pied d'oeuvre.

La réflexion s'est déclinée selon une double approche. La première vise l'organisation générale du chantier : de nouvelles formes de coopération entre les entreprises seront testées, l'objectif étant l'amélioration de la qualité et l'augmentation de la

productivité. La seconde porte sur le colisage et la mise à pied d'oeuvre des matériaux de façon à réduire les improductifs : le principe de conditionnement en « kit » a été étudié.

► LA GESTION DES APPROVISIONNEMENTS

La méthode prévoyait une forte implication des entreprises dès la phase de préparation de chantier.

Cette phase de préparation de chantier a permis :

- La mise au point des plans d'exécution.
- La mise au point des plans d'installation de chantier en concertation avec tous les corps d'état.
- L'analyse et l'élaboration des méthodes gros oeuvre et des corps d'état secondaires.
- Le recensement des moyens disponibles par corps d'état.
- L'établissement du planning en concertation avec tous les corps d'état.

Le pilote en charge de la coordination inter-entreprises a animé les différentes réunions de mise au point. Dans un premier temps, chaque entreprise a désigné un homme de production «responsable des approvisionnements» sur le chantier. Cette fonction a été assurée par le chef de chantier pour l'entreprise de gros oeuvre; par le conducteur de travaux pour l'entreprise de cloison doublage; par les responsables de chantier pour les autres corps d'état.

Les entreprises ont établi en concertation un principe général des méthodes à appliquer sur ce chantier. L'entreprise de gros oeuvre a ensuite détaillé son avancement jour par jour et phase par phase afin d'élaborer son planning.

Un questionnaire, élaboré sous forme de fiches (mis au point avec des étudiants de l'Esigec), a été remis à chaque entreprise. Il permet de renseigner le pilote sur les moyens matériels et humains affectés sur le chantier par chaque entreprise, sur les temps d'intervention par tâche, sur les moyens communs à prévoir (besoin de levage, ...). Ces fiches ont également pour fonction d'aider le pilote à mieux gérer les interfaces entre entreprises et, en cours de chantier, de contrôler l'adéquation des moyens effectifs avec ceux prévus en phase d'étude. Enfin, elles contraignent les entreprises à étudier le chantier très en amont de leur intervention. Cela permet un réel travail de

groupe et une cohérence dans la gestion du chantier.

A partir du planning gros oeuvre et du questionnaire «approvisionnement», le pilote a défini le planning général de chantier. Sur la base d'un plan conçu par le gros oeuvre, les entreprises ont établi en concertation le plan d'installation de chantier. Ce plan formalise l'implantation des locaux de chantier; l'implantation des différents moyens de levage (grue), les zones d'accès, les zones de déchargement, les zones de stockage.

La maîtrise d'oeuvre, le maître d'ouvrage et les entreprises ont élaboré un plan de repérage et une codification unique. Chaque appartement est ainsi repéré et numéroté, de même que chacune des pièces de l'appartement. En concertation avec

de synthèse ont été validés par les entreprises (plâtrerie, chauffage, électricité, cloisons doublages, menuiseries extérieures et intérieures, gros oeuvre, charpente).

Le pilote a monté un planning général des approvisionnements qu'il a recalé chaque semaine et qu'il a complété par un planning plus précis sur une semaine.

Des réunions, spécifiquement consacrées aux approvisionnements, ont jalonné le chantier. Programmées toutes les semaines, 1/2 heure ou 1 heure avant la réunion de chantier, elles ont fait l'objet d'un compte rendu spécifique (confirmant les dates, heures et quantités des matériaux à approvisionner) rédigé par le pilote et diffusé pour



l'entreprise de cloisons-doublages, le BET a réalisé des plans de repérage et de stockage pour les colis faisant l'objet d'une livraison sur le chantier en phase gros oeuvre. Un tableau, recensant les différents colis nécessaires aux travaux de chaque cellule (appartement) et précisant leur taille et leur poids, a complété le dispositif.

Un travail similaire a été réalisé avec les menuiseries extérieures.

C'est à partir de ces éléments, et du plan de calepinage d'étalement de dalle, qu'ont été établis par zones les plans de synthèse du stockage. Ces plans

information à toutes les entreprises.

Cette gestion rigoureuse des approvisionnements a permis aux camions de livraison d'accéder au chantier sans délai d'attente. Ceci était d'autant plus nécessaire que le chantier, situé en centre ville, ne disposait que d'un espace très restreint pour le déchargement. De surcroît, outre la livraison des prédalles et du béton, la phase gros oeuvre a intégré l'approvisionnement des cloisons, des doublages, des menuiseries et de la charpente. C'est pourquoi, lorsque la grue était trop saturée pour positionner de manière précise les colis sur

la dalle, ceux-ci étaient déchargés et stockés en zone intermédiaire avant leur mise en place définitive.

La méthodologie d'expérimentation a montré qu'une approche de la logistique concertée et formalisée dès la phase de préparation de chantier, permettait de gérer des approvisionnements complexes comme ceux testés à Valence pour les cloisons doublages et les menuiseries extérieures. Parmi les gains on peut citer :

- Une approche réaliste du planning d'intervention
- Une maîtrise accrue du délai global de réalisation

à la présence de l'entreprise de gros oeuvre sur le site.

► LE CONDITIONNEMENT DES MATÉRIAUX

Dans un premier temps, le bâtiment est décomposé en cellules. Un appartement ou un étage constituent une cellule. La codification intitulée permet de repérer ces cellules.

Pour chaque lot ou élément de la famille, une étude complète est menée sur la cellule. Par



tion par une gestion plus rigoureuse des approvisionnements

- Une approche plus fine des moyens à affecter au chantier (matériels et humains)
- Un partage formalisé des moyens inter-entreprises
- La suppression des files d'attente pour les camions
- L'amélioration du circuit d'informations s'appliquant aux approvisionnements
- La diminution des coûts de «non qualité»

Cette phase peut être reconduite dans son intégralité et généralisée à tous les chantiers. Cependant, comme l'a montrée cette expérimentation, l'efficacité de la méthode est subordonnée

exemple, le calepinage des cloisons d'un appartement est étudié en corrélation avec le conditionnement des cloisons et des doublages qui lui seront affectés.

Sur une opérations «traditionnelle», le conditionnement s'effectue par type de produit, en fonction des capacités des palettes. Ces quantités sont calculées pour l'ensemble du chantier. Un nombre de livraisons est fixé : le colisage correspond à une fraction de la commande complète.

L'objectif de cette expérimentation est de préparer le matériel nécessaire à la réalisation complète de la cellule (y compris tout le petit matériel et l'outillage nécessaire au montage). Le conditionnement s'appliquant à une cellule, les colis peuvent

être livrés à pied d'oeuvre. Cette solution réduit fortement les manutentions, parfois très pénibles, de matériaux lourds et encombrants.

L'organisation du colis est également importante. Les matériaux qui seront les premiers utilisés doivent être positionnés en partie supérieure du colis. Cette préparation sera effectuée chez le négociant ou l'industriel. On parlera alors de «kit». Une étude du phasage de la construction, réalisée en collaboration avec l'entreprise de gros oeuvre, constitue l'étape suivante. Les palettes seront stockées sur les dalles avant la mise en place de la dalle haute de l'étage considéré et avant la mise en place de la toiture. C'est pourquoi le plan de stockage des matériaux est subordonné au plan d'étalement des dalles (les palettes sont mises en place avant étalement de la dalle). Les matériaux lourds et encombrants seront livrés et stockés à pied d'oeuvre sur le chantier. La grue sera sollicitée pour la manutention des cloisons doublages et des menuiseries. Les palettes de cloisons seront plutôt disposées au centre des cellules; les doublages et menuiseries extérieures seront positionnées le long des murs de façade.

L'étape suivante consiste à déterminer le nombre et les dates de livraison. Le gros oeuvre a identifié trois zones d'intervention (une par cage). A raison d'une livraison par niveau, l'opération comportera douze livraisons pour les cloisons doublages et les menuiseries. Une livraison correspondant à quatre appartements environ.

De même, les autres corps d'état bénéficieront d'un colisage en «kit» pour chaque cellule. En raison des risques de vols ou de dégradations, la livraison aura lieu après la fermeture du bâtiment (la grue sera démontée). Les colis seront confectionnés afin de pouvoir passer par les façades à l'aide d'un engin de levage qui sera loué ponctuellement. Des levages en commun seront organisés, par exemple pour les équipements sanitaires, les radiateurs et les menuiseries intérieures.

► BILAN DE L'ENTREPRISE DE CLOISONS-DOUBLAGES

Durant la période d'approvisionnement, l'entreprise a dû adapter ses cadences de livraisons, surtout aux derniers niveaux, afin de tenir compte des impératifs du maçon (murs pignons, problèmes d'échafaudages), et du charpentier (gêne constituée par les palettes lors de la mise en place des

fermettes contre les voiles BA). Cette phase s'est bien déroulée grâce à la collaboration du négoce qui a su s'adapter aux problèmes de planning et de décalage de livraisons, ainsi qu'aux horaires imposés pour la livraison.

L'entreprise n'a pas observé de surcoût en matière de transport par rapport à une opération classique, les camions étant pratiquement chargés au maximum de leur capacité. De même, elle n'a observé aucune détérioration de plaque liée aux chocs de manutention. Le surcoût global de la méthode de gestion des approvisionnements est toutefois de 7,5% par rapport à un chantier théorique équivalent traité de manière «classique». Il faut cependant relativiser ce chiffre : après rodage d'une telle démarche, un gain de productivité est largement envisageable.

220 plaques ont été détériorées par les remontées d'humidité et n'ont pu être utilisées. L'entreprise avait également sur-approvisionné les bâtiments, ce qui représentait environ quatre plaques de type Placopan par appartement, soit 480 m² de surplus. De même, vingt-cinq plaques de BA13 et trente-cinq carreaux de plâtre ont dû être évacués du bâtiment vers les dépôts de l'entreprise.

Le chantier a utilisé vingt types de palettes. Cette hétérogénéité a induit des surcoûts eux-mêmes générés par le choix de l'appartement comme cellule de référence. Il faudrait à l'avenir s'orienter vers une autre typologie de cellule afin de mieux harmoniser les différents conditionnements (économies sensibles sur les matériaux, et stockage plus simple sur le chantier). Il serait également nécessaire de rechercher une harmonisation des matériaux pour éviter les problèmes de réservations et d'approvisionnements différents. De même, la palettisation spéciale et le housage sont à améliorer pour protéger plus efficacement les plaques.

Malgré une préparation plus fine du chantier, des déplacements de palettes ont été nécessaires pour effectuer le traçage. Les évacuations de matériaux en surplus ont entraîné des surcoûts de main d'oeuvre : ces matériaux n'ont pu être réutilisés du fait de leur détérioration lors des manutentions et du stockage en pied d'immeuble avant leur réacheminement.

Il faudrait aussi veiller à la période d'approvisionnement du chantier, les plaques de plâtre étant sensibles aux conditions d'hygrométrie : il serait souhaitable qu'une telle opération puisse démar-

rer lors d'une période plus clémente, à savoir au printemps pour le début des approvisionnements. Le conducteur de travaux opère un suivi plus rigoureux et plus minutieux au niveau de la phase d'approvisionnement, celle-ci s'avérant délicate pour le positionnement des palettes sur les dalles (le traçage n'est pas toujours possible). La forte implication du conducteur est donc primordiale en début de chantier afin de sensibiliser l'équipe de l'entreprise de gros oeuvre, responsable des opérations de distribution des colis. La réussite de la procédure d'approvisionnement est en effet subordonnée à la qualité du chef de chantier du maçon qui joue un rôle pivot, à la fois dans la centralisation de l'information relative aux livraisons, mais aussi dans la réception des colis qu'il assume en totale autonomie.

Lors de l'arrivée des compagnons sur le site, 70% des colis étaient déjà livrés. Disposer de plusieurs appartements avec tous les matériaux nécessaires leur a permis de travailler sur différents niveaux pour la pose des doublages, pendant que les autres membres de l'équipe implantaient et préparaient le montage des cloisons. Par contre, enclencher les travaux alors que le bâtiment n'était pas hors d'eau s'est avéré gênant pour le collage des doublages sur des murs qui n'étaient pas encore secs. De même, les compagnons ont relevé un nombre important de plaques de cloisons moisies dans les palettes, malgré leurs protections.

Travailler à partir des niveaux inférieurs s'est avéré handicapant en raison du surplus de marchandise qu'il a fallu évacuer manuellement. Débuter la pose à partir des niveaux supérieurs aurait au contraire permis de descendre le surplus au fur et à mesure des travaux. En approvisionnant à 50% le rez-de-chaussée, ces surplus auraient ainsi été réutilisés; il aurait été plus facile de livrer le solde manuellement.

L'expérimentation montre en revanche une amélioration des conditions de travail qui porte pour l'essentiel sur :

- La diminution des manutentions lourdes.
- La mise à disposition de tous les matériaux à pied d'oeuvre. De surcroît, l'optimisation de la répartition des palettes dans chaque module a permis aux équipes un travail propre et mieux organisé.
- Une simplification des tâches liées aux approvisionnements grâce à l'utilisation de la grue.

► BILAN DE L'ENTREPRISE DE MENUISERIES EXTÉRIURES

Une organisation logistique similaire à celle mise en place pour les cloisons-doublages a été adoptée. En revanche, l'unité de référence du kit n'était plus la cellule, mais le regroupement de deux ou trois cellules du pallier (24 palettes pour les 40 logements).

Le stockage groupé de menuiseries de dimensions différentes avait soulevé des interrogations. Toutefois, les râteliers métalliques mis au point pour ce chantier ont parfaitement répondu aux contraintes d'équilibrage des charges et sont depuis réutilisés sur d'autres opérations.

Au regard du type de colisage, mais surtout de la diminution des manutentions résultant de l'organisation logistique, l'entreprise estimait minimiser le risque de casse des matériaux. De fait, et malgré le film plastique léger protégeant les colis, aucune menuiserie n'a été endommagée. Une autre répercussion des choix organisationnels s'est traduite par une minoration des effectifs de pose qui sont passés de deux à une personne. Enfin, le stockage à l'intérieur du bâtiment permet de minimiser les risques de vol.

L'entreprise tire un bilan positif de l'expérimentation et a généralisé la méthode à ses autres chantiers. L'amélioration de la productivité et des conditions de travail l'incitent à prendre en charge l'avance de trésorerie résultant de la commande anticipée des matériaux. Elle a aussi systématisé le conditionnement des colis par râteliers métalliques qui, lorsque les choix techniques s'y prêtent, sont livrés à pied d'oeuvre.

Selon l'entreprise, les conditions suivantes doivent être réunies pour garantir le succès de la méthode :

- Etudier en amont, en corrélation avec le phasage du gros oeuvre, les conditions d'approvisionnement et de stockage des matériaux
- Identifier les types de menuiseries suivant les relevés des ouvertures
- Définir la palettisation suivant les zones de stockage mises à disposition par le gros oeuvre
- Identifier chaque palette
- Mettre en place un calendrier des approvisionnements

Le bilan économique fait état des résultats suivants : l'approvisionnement s'opère à l'aide d'un

seul compagnon (chauffeur) au lieu de deux en temps normal. La valorisation du gain de temps, soit $50 \text{ H} \times 120\text{frs} = 6.000,00\text{frs}$, est à comparer à un investissement de 24 palettes à 1.800frs l'unité amortissable sur 10 chantiers, soit environ $24 \times 1.800,00 / 10 = 4.320\text{frs}$.

► BILAN DE L'ENTREPRISE DE PLOMBERIE-CHAUFFAGE

Les objectifs initiaux n'ont pas pu être atteints du fait des difficultés rencontrées avec l'industriel-fournisseur (Perge) dans la mise en place du matériel de chauffage. L'entreprise avance plusieurs raisons pour expliquer cet échec :

- L'industriel n'est pas en prise avec les contraintes

qui régissent le chantier.

- Les représentants de l'industriel sur le chantier ne peuvent prendre de décisions sans en référer à leur hiérarchie. D'où une perte de temps importante pour régler certains problèmes.

- Malgré les commandes de logements établies à l'avance, certaines commandes n'ont pas été livrées en totalité (rupture de stock).

- Sur cette opération, Perge a expérimenté un nouveau système sans «s'investir» suffisamment en phase de préparation du chantier. Les problèmes ont été découverts «sur le terrain». L'exécution du logement témoin et les observations n'ont pas été traitées et analysées suffisamment tôt par l'industriel.

Cependant, grâce à l'appui du grossiste qui a stocké les sanitaires dans ses locaux, ceux-ci ont été livrés directement sur le chantier (à l'avancement) sans transiter par l'atelier de l'entreprise. Cette dernière, qui fait état d'un gain de temps, pense généraliser la livraison directe sur ses futurs chantiers.

L'expérimentation a aussi permis de mettre en évidence qu'une solution technique applicable à un type de construction n'est pas facilement adaptable à un autre mode de construction. Par exemple, le système de canalisations sous carrelage utilisé en maison individuelle est tout à fait différent d'une installation avec fourreaux incorporés dans le béton au moment de la construction. C'est ainsi que les pièces dites de sortie de dalles ont dû être modifiées et adaptées en cours de chantier (refus du maître d'ouvrage lors de la réception de la cage 1).

CONCLUSION

Le chef de chantier de l'entreprise de gros oeuvre a joué un rôle primordial en matière d'approvisionnements sur le chantier. Il est la personne ressource qui centralise les informations relatives aux livraisons TCE lors de la phase gros oeuvre.

En matière de coordination/pilotage du chantier, l'expérimentation confirme la nécessité d'un investissement fort





tement sur le lieu de pose, permet aux entreprises de second oeuvre de procéder à un lissage plus efficace de leur activité (elle peuvent mieux anticiper). Les corps d'état peuvent ainsi mieux mobiliser leurs effectifs afin de se conformer à (voire améliorer) leur délai d'intervention.

Après le démontage de la grue, les corps d'état n'ont pas fait appel à des moyens de levage communs en raison du manque d'accessibilité en pied de bâtiment consécutif à la réalisation des VRD.

Malgré quelques difficultés, le colisage en kit a donné satisfaction. Le bilan met en évidence les gains potentiels suivants :

- Amélioration de la productivité globale
- Diminution de la pénibilité
- Amélioration des conditions de travail

Cependant, généraliser les approvisionnements des gros colis (cloisons-doublages et menuiseries extérieures) à l'avancement du gros oeuvre présente de fortes difficultés : les choix techniques adéquats doivent être opérés en phase de conception et la méthode nécessite une forte implication de l'entreprise de gros oeuvre. Cette dernière, qui n'en retire aucun gain de productivité, assume en revanche des

de la part des entreprises en phase de préparation de chantier. De ce point de vue, la REX montre plusieurs pistes de progrès :

- La maîtrise d'ouvrage doit valider les plans d'étude avant le lancement des travaux. Sur cette opération, les plans de cellules étaient encore modifiés en phase chantier.
- La qualité d'ouvrage ou la gestion efficace des approvisionnements impliquent une minimisation des travaux modificatifs.
- Les études de préparation des approvisionnements doivent être menées en collaboration avec l'industriel-fournisseur afin que ce dernier intègre les conditions de mises en oeuvre dans la préparation des colis.

L'expérimentation montre également qu'approvisionner les matériaux en phase gros oeuvre, direc-

contraintes non négligeables. Bien que le planning du gros oeuvre n'ait pas été «touché» par ce mode de livraison, l'entreprise a néanmoins été contrainte d'éclater son intervention pour la réalisation des joints de prédalles. De même, elle a mobilisé davantage de matériel que sur un chantier traditionnel (joints, étaielement prolongé).

C'est pourquoi la méthode doit être imposée par le maître d'ouvrage lors de la consultation. D'autant qu'à Valence, c'est lui qui a pris en charge l'avance de trésorerie liée au paiement anticipé des approvisionnements.

Des colis en kit livrés à l'avancement du gros oeuvre

Article extrait du journal
«Chantiers 2000»
numéro 8 - Février 1998

Bien que des avancées aient été observées en matière d'organisation logistique des chantiers, ce thème reste encore porteur de nombreuses questions.

En particulier, jusqu'à quel niveau de détail l'organisation doit-elle être poussée pour combiner performance et rentabilité économique? En ce sens, la REX de Valence (40 logements PLA) a apporté un début de réponse. S'attaquant à la gestion des approvisionnements, l'équipe (constituée de PME) a expérimenté un système très fin de colisage en kit.

► DES PROCÉDURES FORMALISÉES

A partir d'une enquête préalable, l'équipe a centré sa réflexion sur le conditionnement de certains produits (cloisons-doublages, menuiseries, équipements de chauffage et produits pour les travaux de peinture) et leurs conditions d'approvisionnements.

Ce travail s'est traduit par la conception d'un colisage en kit pour les produits de cloisons-doublages et de menuiseries extérieures. Les kits contiennent tous les éléments nécessaires pour réaliser les travaux d'une cellule (ici un appartement) et sont livrés à l'avancement du gros oeuvre : les palettes sont stockées sur la dalle avant la mise en place de la dalle haute de l'étage considéré et de la toiture.

Jean-Luc Salagnac (CSTB), évaluateur de la démarche, précise que *«la réalisation des kits suppose une fiabilisation de la commande, de manière à être en correspondance avec les besoins du chantier. L'équipe a donc étudié la coordination et la communication entre bureau d'étude et fournisseur»*.

En phase de préparation de chantier, les corps d'état secondaires ont répondu à des questionnaires d'enquêtes visant à décortiquer les caractéristiques de leurs opérations de manutention et les besoins s'y rattachant.

De même, l'entreprise de gros oeuvre a effectué un travail très fouillé sur les différentes phases d'avancement de son lot qui a permis de planifier finement les approvisionnements. Un calepinage détaillé des emplacements de stockage sur les planchers a par ailleurs abouti à un plan des zones de stockage et un tableau synoptique informant le nombre et le type de palettes à stocker.

Afin d'obtenir les espaces suffisants au stockage, les planchers sont constitués de prédalles qui ne requièrent qu'un nombre limité d'étais. Les colis sont conçus pour faciliter les manutentions dans les étages en respectant l'ordre de pose des éléments et sont identifiés par un marquage à la peinture correspondant à leur emplacement de stockage.

La grue de gros oeuvre a manutentionné les colis, directement du camion jusqu'à la cellule, sous le contrôle (efficace) du chef de chantier. Les livraisons se sont déroulées sur la base de réunions hebdomadaires «logistiques» et ont fait l'objet d'un compte rendu spécifique.

► DES APPROVISIONNEMENTS RAPIDES ET PRÉCIS

212 colis de cloisons-doublages, confectionnés par le négociant, ont été livrés. 24 palettes de menuiseries ont été approvisionnées selon une procédure d'approvisionnement similaire.

A noter que les équipements de chauffage et les produits de peinture n'ont pas été approvisionnés à l'avancement du gros oeuvre, essentiellement en raison des risques climatiques ou de vol.

Pour le lot cloisons-doublages, on observe une forte diminution de la pénibilité des opérations de manutention (pas de coltinage dans les étages).

Autre point : l'efficacité avec laquelle les livraisons se sont déroulées grâce au travail de préparation, aussi bien en terme de rapidité (par exemple huit palettes de quatre types livrées en 35 minutes) que de précision (très peu de livraisons non conformes au plan de calepinage).

Cependant, des plaques ont souffert de l'humidité (deux-cent plaques inutilisables), à la fois à cause d'approvisionnements lors de périodes pluvieuses et du stockage plusieurs mois avant leur mise en oeuvre.

Cerclées sur des supports métalliques et entourées d'un film plastique, les menuiseries extérieures n'ont, quant à elles, subi aucune détérioration, ni lors de l'approvisionnement, ni durant leur stockage lors du gros oeuvre malgré la protection plastique «légère».

De fait, le gros oeuvre doit observer des précautions supplémentaires, lors du coulage ou des manipulations d'étais, pour préserver ces menuiseries.

ANNEXE

► UN BILAN CONTRASTÉ

L'expérimentation a permis de tester les limites d'une organisation logistique de ce type. Ainsi, pour les produits plâtre, le choix de l'appartement comme cellule de référence a contraint à une grande diversification des types de colis. Jean-Luc Salagnac estime que «choisir l'étage comme cellule

tionnel), la confection des colis, les plaques abimées et les plaques en surplus qu'il a fallu évacuer.

Par contre, le colisage en kit pour les menuiseries extérieures a donné satisfaction techniquement et économiquement : le bilan montre un gain de 55 heures sur les temps de manutention qui vient compenser le surcoût lié au colisage.

L'approvisionnement à l'avancement du gros oeuvre fait peser des contraintes sur les choix techniques qu'il s'agit d'étudier très en amont, c'est à dire avec toutes les parties prenantes (qui doivent donc être désignées), entreprises et bureaux d'études. Se pose alors la question du coût de ces choix : par exemple les planchers prédalles sont plus onéreux que les planchers coulés en place qui, eux, restreignent fortement (du fait des étais) les capacités de stockage.

Une autre interrogation se pose par rapport à l'avance de trésorerie liée à l'anticipation des approvisionnements qui a été prise en charge par le maître d'ouvrage.

La coordination des approvisionnements par le chef de chantier est très efficace et facilement reproductible. De même, le calepinage des emplacements de stockage et le marquage des colis se sont avérées de très bonnes solutions.

Enfin, comme cette REX l'a montré, la prescription des produits doit être figée en amont de manière à pouvoir organiser les opérations d'approvisionnement de manière optimale.



aurait permis de diminuer le nombre de colis différents (20 types ici) et de centrer les efforts sur la protection des colis contre l'humidité. Associée à des travaux planifiés de haut en bas dans chaque cage d'escalier, cette méthode aurait sans doute optimisé l'organisation». Le bilan de l'entreprise fait apparaître des surcoûts, notamment pour les études (+244% par rapport à un chantier tradi-