



Styltech : procédé constructif à base d'ossature acier

REX CERIZAY / REX LE CRÈS _____

Auteurs

Cerizay : Jean-Luc SALAGNAC - CSTB

Le Crès : Michel CHATRY - INNOBAT
Jean-Luc SALAGNAC - CSTB

Rédaction - Mise en page

Christophe PERROCHEAU - Dac Communication

Photos

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

Note au lecteur

Ce Cahier Expérimentation présente deux opérations expérimentales : Cerizay (79) et Le Crès (34). Sur ces deux chantiers, l'objectif était d'expérimenter le procédé industriel Styltech qui se caractérise notamment par l'utilisation de profilés acier pour la structure et la charpente des bâtiments, et l'emploi intensif de plaques de plâtre. A Cerizay, il s'agissait d'évaluer les dimensions techniques et organisationnelles du procédé sur des maisons individuelles en R+0, tout en dégagant des éléments de comparaison économiques par rapport à une solution constructive traditionnelle. Au Crès, il s'agissait d'approfondir les potentialités techniques du système en étendant son domaine d'utilisation à des maisons individuelles sur deux niveaux. En s'appuyant sur des outils de management de projet, des outils logistiques et une organisation de chantier adaptée à la filière sèche, cette seconde REX devait également permettre d'asseoir la performance économique du procédé.

Sommaire Cerizay

► FICHE TECHNIQUE	p 4
► SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION	p 5
► OBJECTIFS DE L'EXPÉRIMENTATION	p 6
Opération support	p 6
Description du procédé Styltech	p 6
► DÉROULEMENT DE LA DÉMARCHE	p 7
Choix des entreprises	p 7
Planning/délai	p 7
Montage des maisons Styltech	p 8
Isolation par l'extérieur	p 10
► ÉVALUATION DE LA DÉMARCHE	p 11
Sujétions du procédé Styltech	p 11
Atouts du procédé Styltech	p 11
Comparaison des temps Styltech/traditionnel	p 12
Amélioration du procédé	p 13
Des soubassements et un garage trop chers	p 14
Perspectives	p 14

Fiche technique :

REX CERIZAY

► RÉSUMÉ DE L'EXPÉRIMENTATION

L'opération expérimentale de Cerizay (79) avait pour objectif de tester le procédé Styltech sur un chantier de maisons individuelles. Le procédé Styltech se compose d'une structure et d'une charpente en profilés acier à assembler sur site, d'une isolation thermique extérieure avec RPE et d'une finition intérieure en plaques de plâtre et laine minérale. Outre l'analyse des dimensions techniques et organisationnelles propres à Styltech, la REX avait également pour but d'évaluer la compétitivité économique du système par rapport à une solution constructive traditionnelle.

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération se compose de 22 maisons individuelles de type T3 à T5 (11 en Styltech et 11 en traditionnel). Le chantier a été réalisé en 1997 et 1998.

► PARTENAIRES DE L'EXPÉRIMENTATION

Maître d'ouvrage

Cholet Habitat

Maîtrise d'œuvre

Jean Merlet, *architecte*

Économiste

Gérard Médard

Entreprises

Semille, *gros oeuvre*
UPC, *ossature Styltech + plaquiste*
Sabadel, *isolation par l'extérieur*
Famob, *charpente*
Greau, *couverture*
Loiseau, *menuiseries extérieures et intérieures*
Fauchereau, *carrelages*
Brosset, *plomberie/chauffage*
Gonnord, *électricité*
Baudon, *peinture*

Industriel

Styltech

Contact

M. BAGOT - STYLTECH
173-179, boulevard Félix Faure
93537 AUBERVILLIERS Cedex
Tel : 01 41 25 56 59 - Fax : 01 41 25 53 54

► ÉVALUATION DE L'EXPÉRIMENTATION

Jean-Luc SALAGNAC - CSTB
4, avenue du Recteur Poincaré
75782 PARIS Cedex 16
Tel : 01 40 50 28 39 - Fax : 01 40 50 29 10
E-mail : salagnac@cstb.fr

Synthèse de l'évaluation



Les exigences de planéité et de tolérances dimensionnelles propres au système Styltech requièrent de la part du maçon un soin plus important qu'en traditionnel pour la réalisation du soubassement (poste qui représente environ 20% du coût des maisons Styltech). Par comparaison, le soubassement des maisons Styltech représente 46% du coût total des travaux de maçonnerie des maisons traditionnelles (fondations,

dalle, murs, enduits). D'où la nécessité d'optimiser la conception et la réalisation de cet ouvrage . Cette remarque vaut pour l'ensemble du procédé qui n'a que partiellement exprimé son potentiel (organisation rigoureuse des livraisons, enchaînement fluide des interventions des corps d'état, facilité de manutention des ouvrages élémentaires (murs, fermettes), rapidité du montage). Ceci résulte en grande partie du manque de maturité des solutions face aux problèmes posés par la réalisation des points singuliers des bâtiments.

L'opération expérimentale de Cerizay avait pour objectif de tester le procédé de construction Styltech qui est basé sur l'alliance de deux matériaux industriels : les profilés acier et la plaque de plâtre. Le système comprend une ossature acier complétée en intérieur par des plaques de plâtre et revêtue à l'extérieur par un bardage acier, support de l'isolation thermique par l'extérieur. La couverture est traditionnelle. L'assemblage des profilés métalliques s'opère par vis auto-perçantes.

Onze maisons ont été réalisées à l'aide de Styltech. Les onze autres pavillons ont fait appel à un système constructif traditionnel composé de murs porteurs en blocs béton maçonnés, avec crépis et doublage intérieur et d'une charpente en fermettes en bois. Outre les dimensions techniques et organisationnelles du procédé Styltech, il s'agissait d'évaluer l'économie globale du projet au niveau des coûts de construction et de mise en œuvre entre les deux solutions constructives (conception architecturale identique et dimensions des pavillons voisins). Une des particularités du chantier et du procédé Styltech est de reporter chez l'industriel une partie importante de la préparation de la fabrication des maisons. Les divers profilés métalliques doivent être livrés sur chantier triés et regroupés suivant les ouvrages à réaliser. Lors de la première livraison, les éléments étaient regroupés par taille et non par ouvrage, d'où pertes de temps pour le montage de la structure qui était également la plaquiste sur ce chantier. Pour la deuxième livraison, correspondant à cinq maisons, les colis étaient conformes aux attentes.

La coopération de certains corps d'état essentiels au procédé (en particulier le façadier ayant réalisé l'isolation par l'extérieur) a permis d'identifier plusieurs de ces points et d'améliorer le procédé. Pour des maisons comparables, l'analyse des devis montre un surcoût de 15 % au détriment du procédé Styltech par rapport au traditionnel. La moitié de ce surcoût s'explique par la différence de prestation des garages qui, dans le cas de Styltech, sont de fait isolés par l'extérieur et dont les murs intérieurs sont doublés par des plaques de plâtre peintes. alors que les garages des maisons traditionnelles sont en maçonnerie enduite à l'extérieur, brute à l'intérieur.

L'industriel devra engager un travail de fond, en relation avec les concepteurs et les corps d'état, pour faire évoluer le procédé afin qu'il présente des performances économiques plus conformes à celles annoncées lors de son lancement en 1995. Le chantier de Cerizay pourrait également être l'occasion d'évaluer les performances acoustiques des maisons in situ, les premiers occupants ayant fait part de leur satisfaction dans ce domaine.

Objectifs de l'expérimentation

L'expérimentation consiste à effectuer, sur des bâtiments semblables, une comparaison technique et économique entre le procédé constructif Styltech et une solution en maçonnerie traditionnelle.

La maîtrise d'ouvrage attend en premier lieu de Styltech une diminution du délai de réalisation des maisons par rapport à une solution constructive traditionnelle.

La REX a également pour objectif de déterminer les incidences de Styltech sur l'organisation du chantier (organisation des équipes, transferts de tâches, évolution du contenu et des frontières des métiers, sécurité).

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération se situe sur un terrain vaste et légèrement en pente en périphérie de ville. Elle comporte vingt-deux maisons individuelles, dont une moitié en construction traditionnelle (maçonneries de blocs en béton, isolation thermique par l'intérieur), l'autre construite en utilisant le procédé Styltech. Les prestations prévues sont identiques dans les deux cas (chauffage individuel gaz, menuiseries PVC, carrelage au sol au rez-de-chaussée).

- **Construction traditionnelle**

11 maisons : 3 T3; 4 T4; 4 T5 (R+1)

- **Construction Styltech**

11 maisons : 6 T3; 5 T4

Plusieurs bâtiments sont de conception globale identique (même plan, dimensions extérieures très voisines). Il s'agit de bâtiments de plain-pied.

- **Construction traditionnelle**

T3 B; T4 B; T 4 D

- **Construction Styltech**

T3 A; T4 A; T4 C

► DESCRIPTION DU PROCÉDÉ STYLTECH

Les bâtiments Styltech sont réalisés à partir de pièces en acier assemblées à l'aide de vis auto-perceuses. Ces vis sont semblables à celles utilisées par les plaquistes pour fixer les plaques de plâtre sur les ossatures métalliques. Elles diffèrent toutefois par leur diamètre (4,2 à 6,3 mm). L'outil de vissage est dimensionné en conséquence.

Les éléments de structure (pans de murs, charpente, etc...), assemblés sur chantier, sont réali-

sés à l'aide de profilés d'acier galvanisé d'épaisseur comprise entre 12/10 et 15/10 de millimètre. Ils sont fixés mécaniquement à un soubassement en béton et liaisonnés entre eux par vissage.

La surface extérieure de la structure est recouverte d'un bardage métallique constitué de plaques présentant un profil nervuré. Ces plaques contribuent au contreventement du bâtiment et, en association avec des joints de calfeutrement, assurent l'étanchéité à l'air du bâtiment. Elles jouent également un rôle anti-effraction.

Ces plaques de bardage supportent le matériau d'enveloppe pour lequel l'industriel propose plusieurs solutions techniques. Une isolation par l'extérieur fixée mécaniquement sur les plaques métalliques et recouverte d'un enduit mince prêt à l'emploi à base de liant organique a été retenue pour la REX.

Les menuiseries extérieures en PVC sont fixées par vissage sur les éléments de structure.

La couverture en petits éléments est traditionnelle. Ces éléments reposent sur des liteaux métalliques.

Le doublage des murs est réalisé à l'aide de plaques de plâtre fixées sur une ossature secondaire liée à la structure. Une isolation intérieure complémentaire constituée de lés de laine minérale placés derrière les plaques a été mise en place à Cerizay.

Les cloisons intérieures sont constituées de plaques de plâtre fixées sur ossatures. Le plafond est réalisé à l'aide de plaques de plâtre suspendues. Un isolant thermique en nappe est posé sur ces plaques dans les combles.

Le procédé Styltech, développé par le groupe Usinor en partenariat technique et commercial avec le groupe BPB (Placoplâtre) a reçu la médaille d'or dans la catégorie «structure» au concours innovation Batimat 1995.

Déroulement de la démarche

► CHOIX DES ENTREPRISES

Les entreprises ont été consultées en lots séparés pour l'ensemble des vingt-deux maisons. La mission de coordination des travaux n'a pas fait l'objet d'un lot spécifique. Elle a été assurée de fait par l'architecte et l'économiste.

La répartition des lots est très différenciée suivant le procédé constructif. Le poids du lot du plaquiste est proportionnellement beaucoup plus important dans le cas de Styltech qu'en traditionnel. Outre la réalisation des cloisons, le plaquiste assure en effet l'assemblage des éléments de structure, et la pose des menuiseries extérieures en PVC.

Les différences relevées (de l'ordre de 1%) sur les lots non affectés a priori par le choix du procédé (chauffage, papier peint, menuiseries intérieures) sont dues aux quatre maisons T5 qui possèdent un étage et nécessitent des équipements et des produits en quantités plus importantes. Ce transfert important de l'activité du maçon vers le plaquiste reflète la politique adoptée par l'industriel pour la diffusion du procédé Styltech.

Depuis décembre 1995, l'effort de formation à la mise en œuvre du procédé s'est porté en direction des plaquistes : quarante-neuf entreprises ont été agréées depuis cette date, dont l'entreprise UPC (35 salariés) œuvrant à Cerizay.

Traditionnel			Styltech	
Corps d'état	Tâches	Poids (%)	Tâches	Poids (%)
Maçon	gros oeuvre maçonnerie	46,3	soubassement en béton	18,4
Plaquiste	cloisons intérieures	9,8	structure/cloisons intérieures/fourniture et pose des menuiseries PVC	37,1
Façadier	sans objet		Isolation par l'extérieur	14,8
Charpentier	pose des fermettes bois	3,7	sans objet	
Couvreur	pose liteaux bois et tuiles	5,7	pose liteaux acier et tuiles	7,1
Menuisier ext.	fourniture et pose menuiseries	7,1	sans objet	
Menuisier int.	portes, placards	4,9	portes, placards	3,0
Carreleur	carrelage, faïences, sols souples	4,8	carrelage, faïence, sols souples	3,8
Plombier	chauffage, ECS	8,9	chauffage, ECS	7,8
Électricien	Éclairage	3,6	Éclairage	3,3
Peintre	Papier peint, peinture	5,2	Papier peinture	4,6
	Total	100	Total	100

Cette différence apparaît nettement dans le tableau ci-dessus établi à partir des devis des entreprises sélectionnées.

A moins de 0.5% près, le devis des onze maisons traditionnelles est égal à celui des onze maisons Styltech . Ces devis tiennent compte de la différence de typologie des maisons pour chacun des partis constructifs.

► PLANNING/DÉLAI

Le délai global du chantier de vingt-deux maisons était de dix-sept mois, y compris la période de préparation de chantier. Après une période de préparation en juin et juillet 1997, le premier soubassement a été prêt début septembre. La construction des six premières maisons Styltech

s'est étalée jusqu'au mois de février 1998. Leur livraison a eu lieu le 13 mars.

Durant cette période, la construction des maisons en traditionnel a eu peu d'incidence sur la production de ces six premiers bâtiments Styltech. Après la construction des six plates-formes par le maçon, le plaquiste a travaillé en continu au montage des ossatures et au cloisonnement. Par contre, pour les cinq autres maisons Styltech, le maçon et le



plaquiste ne sont pas intervenus en continu, mais ont été amenés à partager leur temps entre les maisons Styltech et les maisons traditionnelles.

Trois maisons T4 Styltech ont été démarrées à la mi-décembre 1997 et livrées le 23 avril 1998. Les deux dernières ont été livrées en octobre 1998.

► MONTAGE DES MAISONS STYLTECH

La réalisation de onze maisons, sinon complètement identiques, du moins très voisines dans leur conception, a permis d'identifier les atouts et les problèmes associés au système Styltech, ainsi que les points d'amélioration à apporter lors du montage des maisons.

Soubassement

La présence d'anciennes fondations continues, dont la destruction totale aurait eu pour effet de trop déstructurer le terrain, a imposé de réaliser les soubassements de toutes les maisons à l'aide de longrines posées sur puits.

Le maçon a mal intégré les exigences de tolérances de réalisation spécifiques au soubassement des maisons Styltech. D'où une appréciation erronée de sa part de la tâche à réaliser et du devis des travaux correspondants.

Livraisons

La première livraison, comprenant les éléments métalliques et les accessoires, nécessaires à la construction des six premières maisons, s'est opéré dans les ateliers du plaquiste. Les fardeaux fournis par Styltech à l'entreprise n'étaient pas

conditionnés et repérés par ouvrage, mais par taille de produits. Le plaquiste a procédé lui-même au tri, puis a approvisionné le chantier en fonction des besoins.

Lors de la seconde livraison (deux semi-remorques pour cinq maisons), les fagots étaient repérés par cinq couleurs correspondant à chacune des maisons, conformément aux attentes du plaquiste.

Les colis ont été déposés à proximité des plates-formes. Les conditions de stockage sur cales n'ont pas toujours été suffisantes pour respecter les dispositions prévues au projet d'Avis Technique (paragraphe 4.1.5.2) : «*Les profilés métalliques sont livrés en fardeaux, ils doivent être entreposés dans un endroit sec sans contact avec la terre*».

Réalisation des parties courantes

L'assemblage des éléments de structure s'est opéré à l'aide d'une table de montage constituée de plaques de contre-plaqué supportées par des trépieds métalliques. Cette table, installée sur la dalle d'une des maisons, servait à trois maisons avant d'être déplacée.

Le montage et l'assemblage des panneaux sur cette table n'ont pas posé de problèmes particuliers. Par contre la dimension et l'inertie des panneaux (la masse des panneaux est faible : quelques dizaines de kilogrammes), peut rendre leur manutention difficile lorsqu'elle s'effectue à la main.

La mise en place des plaques de bardage a mis en lumière le manque de régularité au niveau de l'écrasement du joint de calfeutrement entre les poteaux en rive de baie et les plaques (la cote nominale de 15 mm est atteinte là où il y a serra-



Un apprentissage a été nécessaire aux compagnons pour bien «viser» les poteaux afin que les vis positionnées «en aveugle» depuis la face externe du bardage pénètrent bien dans le métal des éléments de structure.

Les fermes ont été assemblées sur les dalles des maisons, ce qui limitait les manutentions. La mise en place de ces fermes a été

réalisée à l'aide d'un dispositif de levage permettant de prendre la ferme, de la lever à hauteur et de la maintenir en place provisoirement jusqu'à ce que le contreventement soit réalisé.

Réalisation des angles

Les angles sont constitués de plusieurs pièces dont la mise en oeuvre s'est avérée difficile et longues à mettre en place. La réalisation n'a pas toujours atteint les résultats escomptés en matière d'étanchéité à l'air (en certains endroits, le jour était visible entre les tôles assemblées).

Réalisation des appuis de fenêtre

Ils ont été réalisés par assemblage de blocs en polystyrène préformé (dimension, pente) qui ont été traités en même temps et dans les mêmes conditions que les panneaux d'isolant entrant dans la constitution du système d'isolation par l'extérieur. Ce système a donné satisfaction tant à l'entreprise qu'au concepteur.

Réalisation de la noue

La noue située à la jonction entre le toit à deux pentes du corps principal de bâtiment et le toit monopente du garage a présenté des difficultés de réalisation. Cela tient en grande partie à une mauvaise conception des éléments de charpente : nombre de pièces trop important, complexité de leur assemblage, recours à un calage provisoire avec une pièce en bois.

Temps de montage

Le montage de la structure et de la charpente



ge par la vis, mais est plus importante entre deux points de fixation). Autre point : la présence des bavettes métalliques de débord de toiture a empêché le vissage de ces plaques en partie haute des murs. L'ajustement de la position de ces mêmes bavettes a été nécessaire pour pouvoir mettre en place correctement les panneaux d'isolant thermique.

d'un pavillon Styltech était initialement prévu en deux semaines à l'aide d'une équipe de trois compagnons, dont deux avaient suivi la formation de monteur.

Après une période de rodage, l'équipe affectée à la construction des maisons Styltech était constituée de cinq compagnons. Trois d'entre eux réalisaient la structure de la maison «n», les deux autres préparaient la table de montage pour la maison «n+1» et posaient les plaques de bardage sur la maison «n-1».

Un pointage intermédiaire effectué par le plaquiste au moment de l'assemblage de la dernière des six premières maisons a montré que le temps de montage de la structure s'élevait à environ deux cents heures par maison; soit pratiquement le double des estimations initiales sur la base desquelles avaient été établis les devis.

- **Murs** : 2 jours x 3 hommes (homme x jour = 6)
- **Charpente** (y compris noue) : 2 jours x 3 hommes (homme x jour = 6)
- **Contreventement** (étrépillons et potelets) : 1 jour x 3 hommes (homme x jour = 3)
- **Tôles faitières et tôles de rives** : 1 jour x 3 hommes (homme x jour = 3)
- **Traitement des ouvertures** (profils en U) : 1 jour x 1 homme (homme x jour = 1)
- **Plaques de bardage** : 3 jours x 2 hommes (homme x jour = 6)
- **Total** : 10 jours pour 25 hommes

Une campagne de chronoanalyse réalisée par l'industriel a estimé à environ cent soixante heures l'assemblage de la structure de la cinquième maison.

Cette amélioration traduit l'effet bénéfique de l'apprentissage. L'écart par rapport aux prévisions reste cependant important et provient en grande partie du doublement approximatif du nombre d'éléments verticaux consécutif au passage d'une trame de 1,2 m à 0,6 m. Cette exigence est liée au respect du cahier des charges Qualiconsult relatif à la structure, mais répond plus généralement au souhait des différents intervenants de se prémunir contre des risques de flambement des murs.

► ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR

L'entrepreneur d'isolation par l'extérieur, en faisant «remonter» les problèmes de terrain vers l'industriel, a contribué par ses remarques et critiques à

améliorer le système sur quelques points. Par exemple, la fixation par vissage sur les tôles nervurées des supports d'isolant est une opération a priori simple, alors que les défauts de planéité lors du recouvrement des tôles font perdre du temps. D'où l'usage du marteau pour rétablir une planéité acceptable. De même, la mise en place des panneaux d'isolant sur la première maison a présenté des difficultés, en raison d'une cote trop «serrée» entre le bardage et la bavette métallique située en bas de la toiture du garage. L'entrepreneur a également fait évoluer le système de fixation de l'isolation en partie basse des murs, en obtenant la mise en place de vis supplémentaires en partie basse des plaques de bardage de manière à éviter qu'elles ne ressortent vers l'extérieur.

Ces points particuliers ont fait l'objet de discussions entre l'entreprise et l'industriel. Les solutions ont été adoptées pour la suite du chantier.

Évaluation de la démarche

► SUJÉTIONS DU PROCÉDÉ STYLTECH

Réalisation du soubassement

Le maçon fait part des sujétions de réalisation imposées par les spécifications techniques du soubassement. Ces spécifications sont celles des DTU 20.1 et 23 (exécution de type soigné). Elles sont effectivement plus contraignantes que pour des ouvrages courants, mais n'ont cependant rien d'exceptionnel.

Montage de la structure

Le nombre de vis consommées est trop important (environ 1500 par maison). Bien qu'il semble difficile de diminuer ce nombre sans agir sur la conception de la structure, certains ouvrages (noue en particulier) doivent être réétudiés afin d'en simplifier l'assemblage dans une perspective d'amélioration des performances du système.

L'utilisation de vis à têtes hexagonales, en remplacement des têtes cruciformes, est souhaitée par les monteurs afin de mieux maintenir les vis lors de positions parfois difficiles d'accès.

Bien que prescrit dans les documents techniques de Styltech, il semble que la découpe des tôles à l'aide de la grignoteuse ne soit pas systématiquement respectée sur chantier.

Isolation par l'extérieur

Les défauts de planimétrie observés à la surface des murs (recouvrement des tôles, surépaisseur des joints d'étanchéité) augmentent le temps de mise en place des rails de support de l'isolant.

En marge de l'expérimentation, il faut mentionner les difficultés auxquelles l'entreprise a dû faire face lors de la pose de l'enduit prêt à l'emploi, trop sensible à l'humidité. L'intervention de l'industriel fournisseur a permis de résoudre le problème.

Couvreur

L'écartement de 1,2 m entre fermes pose des problèmes spécifiques de sécurité. Les dispositions courantes prises pour les charpentes lors de la pose de fermettes écartées de 0,6 m ne sont pas directement transposables. Bien que rien ne s'oppose à la mise en place de filets de sécurité et autres dispositifs anti-chutes, aucune mesure particulière n'a été relevée sur le chantier.

Si elle ne pose pas de problème technique particulier, la fourniture des liteaux métalliques est plus chère que celle des liteaux bois traditionnels.

Perçement des façades

Afin de répondre à la demande des premiers locataires, les maisons déjà livrées ont été équipées de dispositifs d'évacuation de la vapeur d'eau issue des séchoirs. La connaissance précise de l'emplacement des éléments d'ossature, et la présence de l'entreprise d'isolation par l'extérieur, ont facilité cette intervention.

Hors de ce contexte favorable, les conditions de perçement des murs devront faire l'objet d'une information spécifique aux occupants.

Dans le même esprit, le maître d'ouvrage a fait part de la nécessité d'informer les locataires sur l'interdiction de perçement de la façade pour fixer des supports de charges. Cette restriction est plus liée à l'isolation par l'extérieur qu'au procédé Styltech.

Contour des métiers

Confier le montage de la structure au plaquiste est a priori une voie séduisante par la proximité de ce métier avec celui de «monteur Styltech». De plus, ce regroupement simplifie l'analyse de la co-activité sur le chantier.

Cependant la manutention des panneaux de mur, ou le montage de la charpente, se situent à la limite de l'exercice courant du métier de plaquiste, tant en terme de compétences que de responsabilité.

Le schéma qu'a privilégié Styltech depuis le début de son développement est sans doute à reconsidérer. Plusieurs solutions sont possibles, depuis la réalisation de l'assemblage de la structure par le maçon jusqu'à l'intervention d'un charpentier métallique. Dans ces deux cas, le plaquiste conserverait une activité voisine de celle qu'il a en traditionnel.

► ATOUTS DU PROCÉDÉ STYLTECH

Délai/coordination

La maison Styltech peut être livrée «étanche» en trois semaines : deux semaines pour la structure et le bardage, une semaine pour la pose des menuiseries et la couverture.

La mise en place des menuiseries PVC est aisée à l'interface avec la structure; ceci découle de la bonne maîtrise des tolérances dimensionnelles des baies que procure le procédé Styltech.

Abords du bâtiment

La mise en place des échafaudages du plaquiste et



de l'entreprise d'isolation par l'extérieur dans de bonnes conditions de sécurité nécessite, comme en traditionnel, que l'accès des abords des bâtiments soit bien dégagé. D'où un travail de coordination préalable qui peut se formaliser au travers d'une phase de préparation de chantier ou d'une prescription incluse dans le CCTP. L'absence d'engins de levage sur le site (du fait de la légèreté des éléments du système Styltech) limite toutefois les risques de dégradation du terrain et constitue un facteur favorable à la réalisation d'abords de qualité satisfaisante.

Isolation par l'extérieur

La mise en oeuvre d'une isolation thermique par l'extérieur sur l'ossature Styltech est plus rapide que sur un support béton; la pose des rails s'opérant par vissage direct sur les tôles, au lieu d'un perçage du béton et de la mise en place d'une cheville.

L'utilisation d'un enduit prêt à l'emploi a également donné satisfaction (en dehors des difficultés passagères auxquelles a dû faire face l'entreprise), mais n'est pas spécifique du procédé Styltech.

Conditions de travail

Le procédé Styltech permet de réaliser rapidement un volume hors d'eau, ce qui autorise les corps d'état secondaires à intervenir dans de bonnes conditions de travail dès l'achèvement de l'enveloppe. C'est également un atout pour le plaquiste qui peut reporter temporairement la construction d'une structure pour travailler à l'intérieur d'un autre bâtiment.

Cependant, tirer parti de cet atout nécessite une coordination fine du chantier.

Du point de vue environnemental, le chantier Styltech est «naturellement» propre (produits secs, peu de chutes). L'absence d'engins de manutention, du fait de la manportabilité des éléments de structure, préserve également la qualité du terrain aux abords des bâtiments.

Gain de surface

Comparé au traditionnel, l'épaisseur des murs Styltech est plus faible d'environ 10 cm. Ceci se traduit par un gain de surface qui s'exprime soit en diminution de la SHOB à surface habitable égale, comme dans le cas de la REX, soit en augmentation de surface habitable à SHOB égales.

► COMPARAISON DES TEMPS STYLTECH /TRADITIONNEL

A partir d'une grille d'analyse des temps d'intervention des différents corps de métiers, tant en traditionnel que pour le procédé Styltech, le suiveur a procédé à une enquête auprès des entreprises pour recueillir des données permettant de dégager des éléments de comparaison (voir tableaux p 16 et 17).

Ces temps sont à considérer comme des ordres de grandeur. Plusieurs des entreprises interrogées ne disposent pas de comptabilité précise du temps effectivement passé. Cette lacune n'est cependant pas de nature à distordre la comparaison, car elle concerne principalement des entreprises dont les interventions sont peu influencées par le mode constructif.

Le temps supplémentaire imputé aux postes «Pose des longrines et calfatage» est cohérent avec l'exigence plus élevée qu'en traditionnel que requiert le procédé Styltech pour la réalisation de ces ouvrages. Toutefois, cette forte augmentation (60%) grève le coût de réalisation du soubassement des maisons Styltech et devra être optimisé

caractéristiques des maisons						
type	STYLTECH T3A	Traditionnel T3B	STYLTECH T4A	Traditionnel T4B	STYLTECH T4C	Traditionnel T4D
Surface Habitable (m²)	72,56	72,43	87,14	86,87	86,77	86,66
Surface annexe (m²)	19,06	19,18	19,75	19,52	19,88	19,47
SHON (m²)	79,41	82,66	95,03	92,44	95,88	98,93
SHOB (m²)	109,13	112,40	126,45	129,60	130,72	133,68
SHOB/SHON	1,37	1,36	1,33	1,40	1,36	1,35
poids relatif (%) par corps d'état						
maçon	18	46	19	47	19	47
plaquiste	37	10	37	10	37	10
façadier	14	0	15	0	15	0
charpentier	0	5	0	5	0	5
couvreur	7	7	7	6	7	6
menuisier extérieur	0	7	0	7	0	7
menuisier intérieur	3	3	3	3	3	3
carreleur	4	5	4	4	4	4
plombier	8	9	8	9	7	8
électricien	3	4	3	4	3	4
peintre	4	4	5	5	5	5
total	100	100	100	100	100	100
Coût comparés (base 100 = coût TTC du m² SHON traditionnel T4D)						
par m² SH	136	118	128	111	131	114
par m² SHON	125	103	117	105	119	100
par m² SHOB	91	76	88	75	87	74

lors de l'évolution nécessaire du procédé.

En faisant l'hypothèse d'un temps de montage de 160 h au lieu des 200 estimées par le plaquiste, le temps total pour la réalisation d'une maison (T3 ou T4) en traditionnel et en Styltech sont très voisins : de l'ordre de 900 heures.

► AMÉLIORATION DU PROCÉDÉ

Isolation par l'extérieur

Considérant qu'un des problèmes majeurs qu'il a rencontré concerne le positionnement du rail bas de fixation de l'isolant, l'entrepreneur a suggéré de réaliser une feuillure à la périphérie du soubassement afin de pouvoir y fixer le profil en plastique. Cette solution serait à examiner avec le maçon chargé de la réalisation du soubassement, car la maîtrise des tolérances de cet ouvrage apportera des contraintes de réalisation supplémentaires.

Plaquiste

Afin de faciliter le montage des pièces d'angles, le plaquiste a évoqué plusieurs solutions :

- remplacer le dièdre actuel par une cornière, avec utilisation d'un joint de calfeutrement de même nature que celui utilisé en rive de baie (un côté plat, un côté ciselé pour épouser la forme des nervures du bac) que viendrait recouvrir la cornière,
- mise en place des plaques de bardage directement sur le poteau, de manière à ce qu'ils viennent en «contact» par l'arrête verticale extérieure du poteau, puis traitement du joint vertical entre les plaques (cornière, joint de calfeutrement ?).

De manière à mieux tenir les vis auto-perceuses lors du vissage, le plaquiste a demandé à remplacer les vis actuelles par des vis à tête hexagonale.

Sécurité des tâches

Les équerres spitées dans le sol qui servent de

Le pied d'appui aux contreventements temporaires des murs sont actuellement très agressives pour les chevilles des compagnons. Il conviendrait de supprimer les angles vifs (pliage au marteau ou forme arrondie).

Une réflexion serait à mener pour mieux intégrer au système Styltech des dispositifs de sécurité lors de la mise en œuvre, en particulier lors des interventions en toiture. Par exemple, une préfabrication par panneaux verticaux (comme en construction métallique), ou une optimisation de la charpente (section des profilés, écartement des fermettes, dispositif de contreventement, dispositif de sécurité intégré).

Le dispositif de formation des entreprises mis en place par Styltech serait un vecteur efficace pour transmettre ce savoir-faire.

► DES SOUBASSEMENTS ET UN GARAGE TROP CHERS

Sur la base des devis des entreprises sélectionnées, le maître d'ouvrage a procédé à un comparatif des coûts estimés en traditionnel et en Styltech pour des maisons semblables.

Cette analyse, présentée dans le tableau suivant, fait ressortir que le coût du m² habitable Styltech est supérieur d'environ 15 % au coût du m² habitable traditionnel. En valeur absolue l'écart de coût global sur le T3 est de l'ordre de 41 000 F HT et de 45 000 F HT pour les T4. Une part importante de ce surcoût a pour origine le garage Styltech, qui a été réalisé conformément au programme du maître d'ouvrage. En effet, cette partie de bâtiment a fait appel aux mêmes matériaux que la maison proprement dite : isolation par l'extérieur, doublage intérieur en plaques de plâtre (murs et plafond). A contrario, les garages des maisons traditionnelles ont des murs en maçonnerie enduite, sans isolation intérieure; la face intérieure des blocs est laissée brute et la charpente est apparente.

La surface de murs d'un garage est d'environ 45 m². En estimant à 300 F HT/m² l'isolation par l'extérieur, le surcoût est d'environ 13500 F HT. Le plafond et les murs du garage font environ 60 m². En estimant à 70 F HT/m² le doublage de ces surfaces, la plus value est d'environ 4000 F HT. A ces travaux, il faut ajouter la peinture et les finitions diverses, soit environ 3000 F HT. Les seuls travaux associés au garage sont de l'ordre de 20000 F HT soit environ 50 % du surcoût.

Le reste du surcoût se situe en grande partie dans les travaux de soubassement. Pour les T3 Styltech, le soubassement représente 46 % du coût total du gros œuvre des maisons traditionnelles (soubassement, élévation des murs et enduit).

Le fait que le marché ait été traité globalement, et l'absence d'analyse précise sur la réalisation de ces ouvrages, ne permettent pas d'aller plus loin. Cependant, il est indispensable que ce poste, qui représente 20% du coût total de la construction, fasse l'objet d'un travail d'optimisation pour le futur.

► PERSPECTIVES

Le déroulement de cette opération montre que le principe de construction proposé par le procédé Styltech dispose de réels atouts. Pour le type de bâtiments visés, ce procédé présente a priori des performances intéressantes par rapport au traditionnel en terme de délai de réalisation, de simplicité de l'installation de chantier, de clarification des interventions des différents corps d'état, d'amélioration des conditions de travail, de possibilités de déconstruction sélective des bâtiments en fin de cycle de vie.

Toutefois ces atouts ne pourront s'exprimer qu'au prix d'un travail d'optimisation technique important. Un des enjeux lié à ce travail est d'approcher le coût de fabrication annoncé au moment du concours BATIMAT (20 % en dessous du niveau du traditionnel).

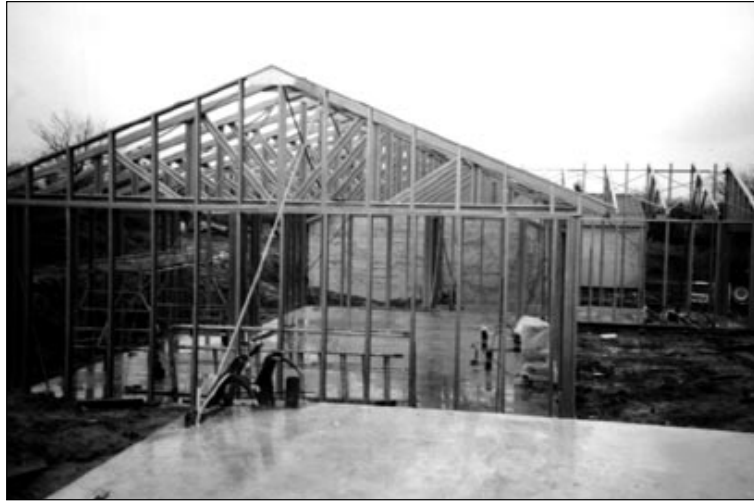
Articulation entre l'industriel et l'équipe de construction

Le chantier ne peut être performant s'il doit traiter des problèmes qui doivent (et peuvent) être réglés chez l'industriel.

Bien qu'une période de rodage du procédé sur chantier soit nécessaire pour permettre de régler certains points, ce dernier ne peut en aucun cas se substituer complètement à la résolution des problèmes techniques que pose l'innovation.

Identifier ces problèmes (qui se révèlent souvent lors de la réalisation des points singuliers), comprendre pourquoi le chantier soulève un problème qu'un bureau d'étude n'aura pas su anticiper, élaborer une réponse adaptée aux conditions de production, sont autant de points que l'industriel doit étudier en relation étroite avec le chantier.

Ces remarques ne sont pas spécifiques au procédé



Styltech, mais s'appliquent à toutes les innovations techniques relatives à des produits et procédés pour le bâtiment promues par des industriels.

Il revient également à l'industriel de bâtir une méthodologie d'approche de l'innovation qui se fonde sur plusieurs points : écoute du chantier, essais et suivi de la mise en œuvre des solutions, formalisation et capitalisation des acquis, diffusion de solutions ciblées à un domaine d'application identifié. Pour ce type d'innovation, et malgré ses atouts potentiels, l'industriel doit (et lui seul le peut) mettre en place un tel processus de développement technique multi-acteurs, avant de privilégier tout développement commercial.

Optimisation des performances

Un des aspects particuliers d'une telle procédure est un travail permanent sur les performances du système. La REX de Cerizay a mis en évidence la nécessité de travailler sur l'optimisation :

- des fondations et planchers bas des maisons (critères de coûts, d'anticipation des interventions ultérieures),
- des éléments de structure (critères de reprise de charge (dimensionnement des ouvrages), de traitement des points singuliers, de facilité de manutention, de condition de travail (limitation du nombre de vis)),
- de la charpente (critères de facilité de montage, de sécurité d'intervention, de contour des métiers),
- du traitement de détails constructifs en particulier aux points d'interfaces entre des produits différents, comme par exemple les cache-

moineaux (critères de choix de produits industriels adaptés, de définition précise du corps d'état en charge de ces détails),

- de l'organisation du chantier (critères de responsabilité des corps d'état, de coordination de ces interventions).

Il revient à l'industriel d'élaborer des solutions optimales, à partir du retour d'informations depuis le chantier, à l'exemple de la seconde livraison de profilés

conforme aux attentes exprimées par le plaquiste en termes de regroupement et d'identification des produits.

Le temps de montage en Styltech est voisin de celui du traditionnel avec toutefois la possibilité de pouvoir enclencher les travaux intérieurs plus rapidement et dans de meilleures conditions qu'en traditionnel. Il doit normalement en résulter un gain sur le délai global de production du bâtiment et consécutivement un gain économique. Cette conclusion plaide pour la nécessité de travailler en direction de la conception technique et logistique pour optimiser les coûts. Une telle démarche permettrait également de mieux valoriser les arguments relatifs aux conditions de travail, à la protection de l'environnement ainsi que les arguments concernant la thermique et l'acoustique auprès des entreprises, concepteurs et maîtres d'ouvrage..

L'écoute doit également être étendue aux occupants, même si cela n'est pas obligatoirement très aisé. Leur point de vue est important ; ils ont une perception de certaines performances « finales » du procédé. La satisfaction exprimée par les premiers locataires relativement à l'acoustique mérite d'une part d'être relevée, d'autre part de faire l'objet d'une confirmation par des mesures in situ.

Le traitement des problèmes soulevés bénéficierait de la mise en œuvre de méthodes éprouvées comme l'analyse de la valeur et l'assistance à la gestion de projets d'innovation.

Traditionnel						Etat d'urgence						Situations						
entreprise	Durée (jours)	Nbr Comp.	Heures /jour	Site heures	Plats	entreprise	Durée (jours)	Nbr Comp.	Heures /jour	Site heures	Plats	entreprise	Durée (jours)	Nbr Comp.	Heures /jour	Site heures	Plats	
Macon				48	Implantation, terrassement, plots BA, plots longines	Macon					Implantation, plots BA, plots longines	Macon					48	Macon
Macon				20	Pose des longines et ouvrages	Macon					Pose des longines et ouvrages	Macon					20	Macon
Macon				25	Emploiment plots terre, terrasse et ouvrages d'axe	Macon					Emploiment plots terre, terrasse et ouvrages d'axe	Macon					25	Macon
Macon				25	Traverse canalisation pour pose de regards et regards EF, EL, Renseign. PTT, TV	Macon					Traverse canalisation pour pose de regards et regards EF, EL, Renseign. PTT, TV	Macon					25	Macon
Macon				10	Finishes de base	Macon					Finishes de base	Macon					15	Macon
Macon				4	Rapport longines	Macon				146	Rapport longines	Macon					10	Macon
Macon				116	Elevations de BAC	Macon				171	Structure verticale	Macon					48	Macon
Macon				20	Elevation des pignons, arrosants, ouvrages	Macon					Clapnet	Macon					48	Macon
Charpente	2	2	4	22	Charpente	Charpente	2	2	4	24	Contrôlement	Charpente	1	2	3	24	24	Charpente
Macon				48	Sous-croûte enduit	Macon					Tâche de rose	Macon					24	Macon
Macon				10	Appuis et sols	Macon					Entretien des bacs	Macon					8	Macon
						Macon					Pose des bacs	Macon					48	Macon
						Macon				220	Appuis de fondations	Macon					2	Macon
										202								

Traditional							Eut-compensif							STYLTECH						
couverture	Darbé (jours)	Nbr Coupe	Homme/jour	Mrs jours	Plau		Plau		Plau	Darbé (jours)	Nbr Coupe	Homme/jour	Mrs jours	entrepis						
Couverture	2.5	2	2	48	Couverture	Total en			Couverture	2.5	2	2	48	Couverture						
Mantille				8	Pose restaurant submergé		48	48	Pose restaurants submergés	0.5	2	1	6	Plaque						
Mura				26	Enduits extérieurs	Total	26	174	Pose des rails et boîtes, peillages enrobés (y compris les corniches)	0.5	1	1.5	4	Plaque						
Plaque	2.5	1	2.5	26	Isolation par l'intérieur		26													
Plaque	0.5	1	0.5	4	Isolation des corniches		4													
Carré	6	1	6	48	Carré	Equipements finaux			Carré	6	1	6	48	Carré						
Pavage	4	2	8	64	Cloisonnement, plafonds (y compris compressés)				Cloisonnement, plafonds (y compris compressés)	4	2	8	64	Pavage						
Mobilier				7	Menuiseries intérieures				Menuiseries intérieures					3	Mobilier					
Electricité	5	1	5	40	Réseau, équipement				Réseau, équipement	4	1	4	33	Electricité						
Pompe	1.5	1	1.5	144	Chauffage, sanitaire				Chauffage, sanitaire	1.5	1	1.5	144	Pompe						
Porte	15	1	15	120	Porte, ses copies		120	371	Porte, ses copies	15	1	15	120	Porte						
					Total (heures)		583	967												

Sommaire Le Crès

► FICHE TECHNIQUE	p 19
► SYNTHÈSE DE L'ÉVALUATION	p 20
► PROTOCOLE D'EXPÉRIMENTATION	p 21
Objectifs de la REX	p 21
Opération support	p 21
Lex choix techniques	p 21
► DÉROULEMENT DE LA DÉMARCHE	p 22
Choix des entreprises	p 22
Planning-délai-organisarion du chantier	p 22
Montage des maisons Styltech	p 23
► ÉVALUATION DE LA DÉMARCHE	p 26
Sujétions du procédé propres à l'expérimentation	p 26
Avantages et inconvénients du procédé propres à la REX	p 26
Les points d'amélioration du procédé	p 27
Perspectives	p 28

Fiche technique :

REX LE CRÈS

► RÉSUMÉ DE L'EXPÉRIMENTATION

L'objectif de l'opération expérimentale du Crès (34) était d'approfondir les potentialités techniques de Styltech par une mise en oeuvre du procédé sur des logements individuels à deux niveaux (réalisation d'un plancher béton coulé sur bacs acier, murs séparatifs secs entre logements, sujétions de mise en oeuvre des ossatures). Il s'agissait également de valider la performance économique du système par une organisation du chantier adaptée à la filière sèche.

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération se compose de 19 logements individuels groupés R+0 et R+1, et de 22 logements collectifs en R+1. Le chantier a été réalisé entre 1998 et 1999.

► PARTENAIRES DE L'EXPÉRIMENTATION

Maître d'ouvrage

SFHE, groupe Arcade

Maîtrise d'œuvre

M. Landemaine, *architecte*

Entreprises

Sogea Sud-Ouest, *entreprise générale*

Oxxo, *menuiseries extérieures*

Siap, *cloisons-doublages*

MP2C, *charpente-couverture*

Delor, *isolation extérieure*

Bourniquel, *menuiseries intérieures*

Llari, *plomberie*

Marc, *électricité*

Industriel

Styltech

Contact

M. BAGOT - STYLTECH

173-179, boulevard Félix Faure

93537 AUBERVILLIERS Cedex

Tel : 01 41 25 56 59 - Fax : 01 41 25 53 54

► ÉVALUATION DE L'EXPÉRIMENTATION

Michel CHATRY - INNOBAT

Le Grand Appelvoisin

79140 CERIZAY

Tél et fax : 01 45 03 16 82

Jean-Luc SALAGNAC - CSTB

4, avenue du Recteur Poincaré

75782 PARIS Cedex 16

Tel : 01 40 50 28 39 - Fax : 01 40 50 29 10

E-mail : salagnac@cstb.fr

Synthèse de l'évaluation



L'expérimentation du Crès avait pour objectif de tester le procédé de construction Styltech sur une opération de 19 maisons individuelles groupées en R+0 et R+1. Styltech. Les 22 logements collectifs en R+1 de l'opération, initialement prévus en Styltech, ont été construits en traditionnel. Cette REX prolonge une autre expérimentation Chantier 2000 qui avait utilisé le même procédé sur 11 maisons individuelles isolées en R+0 à Cerizay (79). La structure des maisons est constituée d'éléments en acier galvanisé (profilés et plaques), assemblés par vissage in situ.

Ce second chantier Styltech devait permettre d'analyser certains aspects techniques du procédé pour la construction de maisons individuelles groupées R+1, notamment la réalisation d'un plancher haut béton coulé sur bacs acier collaborants, de murs secs séparatifs entre logements, et surtout les sujétions de mise en œuvre des ossatures Styltech sur deux niveaux.

Malgré les dispositions prises par Sogea pour encadrer les livraisons de produits dans une démarche logistique intégrée à l'exécution des bâtiments complets, celles prises par Styltech pour fournir à l'entreprise générale Sogea des plans d'assemblage et des plans de détail des ouvrages métalliques, se sont révélées insuffisantes pour résoudre de façon satisfaisante les problèmes posés par des retards de livraison et des non-conformités dimensionnelles; difficultés accentuées par la pleine période de congés d'été.

Une maîtrise d'œuvre trop peu impliquée dans l'expérimentation, un dialogue trop limité pendant la période de préparation de chantier et un contrôle de qualité des plans de conception-fabrication trop peu rigoureux ont été la cause de

refaçonnage d'éléments livrés, de retards, de désorganisation de l'exécution et de surcoûts. De plus, des modifications ont dû être apportées au permis de construire accordé pour régulariser une surhauteur de bâtiment, les poutres de planchers étant plus épaisses que prévu. Les corrections et les adaptations auxquelles le chantier a dû procéder pour aboutir à un résultat satisfaisant, s'accordent mal avec le niveau d'élaboration souhaitable d'un système constructif complet.

Styltech devra également entreprendre un travail d'allègement sur les ossatures par optimisation des dimensions des profilés en tôle pliée (non conçus spécifiquement pour le procédé) et affinement du logiciel de conception. La surabondance de la structure apparaît d'évidence en de nombreux points.

En matière de conditions de travail, le constat de pénibilité et d'insécurité des manutentions de panneaux et fermes déjà observé à Cerisay s'est trouvé renforcé à au Crès par le travail en hauteur sur deux niveaux.

L'isolation par l'extérieur a été réalisée sans sujétions importantes. L'adjonction en appentis des bâtiments Styltech de garages latéraux en maçonnerie traditionnelle engendre des détails de raccordement d'ouvrages peu satisfaisants.

Les performances thermiques et acoustiques des maisons Styltech devront faire l'objet d'une évaluation comparative avec les logements traditionnels construits sur le même site. Un meilleur confort et un coût de chauffage bas compenseraient ainsi la relative déception de l'entreprise Sogea en terme de résultats économiques.

L'opération du Crès, malgré les contre-performances constatées, ne semble pas cependant mettre en cause le procédé lui-même. Ce qui est, par contre, déterminant pour sa réussite ou son développement, c'est la mise en place d'une ingénierie de production rigoureuse.

Cette ingénierie de production doit couvrir l'optimisation technique (calcul de la structure ; évolution vers des matériaux composites) et l'organisation logistique incluant la prise en compte du travail des compagnons. Il faut en même temps que l'architecte cherche à utiliser les potentialités du procédé lors de la conception architecturale.

Protocole d'expérimentation

► OBJECTIFS DE LA REX

La première REX Chantier 2000 de Cerizay (Deux-Sèvres) avait pour objectif une comparaison technico-économique de maisons Styltech et de maisons traditionnelles de même plan. Cette comparaison économique était rendue possible par le mode de consultation, par corps d'état séparés et estimatif sur bordereau de prix détaillés, et par l'accès aux informations économiques des marchés.

La REX du Crès devait permettre d'approfondir l'analyse des potentialités du procédé Styltech.

A travers le protocole d'expérimentation, l'objectif du projet était de «*définir et valider les conditions de mise en œuvre du procédé Styltech dans la réalisation de logements HLM suivant un double objectif : économique (réduction du quittancement) et reproductibilité*». La finalité économique de l'expérimentation était ainsi assortie de préoccupations techniques. L'équipe opérationnelle s'engageait en particulier à mettre en place «*un management de projet en ingénierie concourante par pôles de compétences, des outils logistiques et d'organisation de chantier adaptés à la filière sèche*».

L'ensemble du programme (19 maisons individuelles R+0 et R+1, 22 logements collectifs en R+1) devait être traité en Styltech. Mais dès le stade de l'étude technico-économique du projet, Sogea proposait de réaliser les planchers des bâtiments R+1 en solution mixte acier-béton, et les garages en traditionnel, afin de rentrer dans son coût d'objectif (ce que ne permettait pas la solution Styltech).

Lors de la réunion de lancement de l'opération, l'approfondissement de l'étude technico-économique de Sogea conduisait à limiter l'utilisation du procédé Styltech aux maisons individuelles R+0 (bâtiment G) et R+1 (bâtiments H à L), les bâtiments A à F étant réalisés en traditionnel.

Cette restriction excluait ainsi du champ de l'expérimentation technique les collectifs R+1.

Le marché global étant traité en entreprise générale, les évaluateurs de la REX, n'avaient pas accès aux données détaillées des marchés de fournitures et de corps d'état. Les moyens d'analyse ont donc été limités aux observations recueillies auprès des acteurs du chantier et à un rapport interne de fin d'opération établi par l'entreprise générale.

► OPÉRATION SUPPORT

L'opération se situe sur un terrain assez vaste, en pente très douce d'ouest vers l'est, situé en périphérie du bourg du Crès, commune de la banlieue de Montpellier, derrière un hypermarché existant. Le plan général repère les maisons individuelles groupées Styltech dans la partie sud-ouest du terrain. Le bâtiment G est de type R+0, les bâtiments H à L de type R+1. Les bâtiments A à F, petits collectifs R+1, sont en construction traditionnelle (maçonnerie de blocs de béton, isolation thermique par l'intérieur). Les logements, de plan classique, sont superposés de part et d'autre d'un escalier central, sauf le bâtiment A qui abrite un poste de police au rez-de-chaussée.

Seuls la structure, les séparatifs et plafonds et le mode d'isolation différent entre les deux modes constructifs; l'apparence extérieure des bâtiments est identique : revêtement plastique épais sur isolation extérieure en polystyrène pour les bâtiments Styltech et enduit monocouche pour les autres. Dans les deux cas, les menuiseries extérieures sont en PVC et les couvertures en tuiles. Le chauffage est individuel au gaz, la plomberie et l'électricité sont réalisés par pieuvres. Ces choix sont sans incidence majeure sur les solutions constructives.

► LES CHOIX TECHNIQUES

Nous ne reprendrons pas les éléments descriptifs de base du système Styltech, présentés dans le rapport d'évaluation de la REX de Cerizay. A la suite des diverses évolutions du projet initial, les particularités de cette opération sont les suivantes :

- Cloisons séparatives entre logements de 320 mm d'épaisseur avec double ossature, doublage de la plaque de plâtre de 13 mm sur chaque côté intérieur, isolation acoustique en laine de roche à l'intérieur de chaque ossature.
- Planchers en bacs acier collaborants assemblés sur l'ossature Styltech, avec dalle de compression en béton de 80 mm et plafond suspendu en plaque de plâtre de 13 mm.
- Adjonction de garages en appentis, construits en traditionnel, en pignon de certains bâtiments.
- Pose des menuiseries PVC sans précadre avec volets battants en PVC dont les gonds sont vissés aux montants de la structure.
- Appuis de fenêtres en tôle d'aluminium.

Déroulement de la démarche



► CHOIX DES ENTREPRISES

L'entreprise Sogea Sud-Ouest a assuré avec ses propres équipes l'assemblage et la pose de la structure Styltech, ainsi que la pose des menuiseries extérieures fournies par la société OXXO. Une formation d'une semaine avait été donnée avant le démarrage du chantier à trois équipes de deux poseurs, au conducteur de travaux et au chef de chantier de Sogea au centre de formation Styltech de Montataire.

Une formation complémentaire à la pose a été assurée sur le site pendant la mise en œuvre du premier bâtiment (H), à partir de fin juin 1998, avec le concours de l'AREF BTP.

Les fondations, les dallages, les travaux de maçonnerie et les dalles de compression des planchers collaborants ont également été réalisés par l'entreprise générale. Les autres tâches ont été sous-traitées à des entreprises locales.

► PLANNING - DÉLAI - ORGANISATION DU CHANTIER

Le délai global du chantier était de douze mois, y compris la période de préparation de chantier, hors V.R.D.

Le chantier démarrait courant avril 1998. Une

voirie provisoire, localisée à l'emplacement de la voirie définitive, permettait un accès sur le site aux engins de manutention et aux véhicules de livraison dans des conditions satisfaisantes. Les installations de chantier et la zone de stockage principale étaient disposées au centre du site (future place). A l'origine, le stockage des profilés Styltech devant être utilisés rapidement était prévu sur les dallages maintenus libres des bâtiments F et A ; en fait, il a été réalisé sur le sol, à proximité immédiate des bâtiments G à L.

L'exécution des bâtiments Styltech et des bâtiments traditionnels s'est opérée en parallèle, afin de donner plus de souplesse aux interventions des corps d'état. Cette mesure s'est révélée très judicieuse, ne serait-ce que pour la réalisation des travaux de gros œuvre et de maçonnerie par l'entreprise générale. En effet, le transfert d'équipes Sogea d'un sous-chantier à l'autre s'est révélé nécessaire à cause des retards de livraison des produits Styltech.

La découverte inattendue d'enrochements en limite de parcelle à l'emplacement du bâtiment G, (à proximité de constructions extérieures au site, ce qui rendait difficile la destruction de ces roches à l'explosif), a nécessité de reprendre les plans et de retarder l'exécution de ce bâtiment.

Aussi, le premier bâtiment entrepris en Styltech, le bâtiment H de type R+1, a débuté sans que le



rodage préalable des équipes de montage ait pu avoir lieu comme prévu sur le bâtiment G (de type R+0). Ce bâtiment sera finalement construit en fin d'opération sur une plate-forme surélevée au niveau des enrochements.

L'entreprise Sogea proposait aux principaux fournisseurs et sous-traitants du chantier une démarche logistique reposant sur la gestion des flux nécessaires à la réception, l'approvisionnement et la mise en œuvre des produits. Un système de fiches de renseignements était établi à cet effet. L'adressage de chantier était facilité par le codage des appartements, défini en accord avec le maître d'ouvrage (lettres pour les bâtiments, chiffres pour les logements). Un modèle d'étiquette était établi, définissant la référence du produit, le type, l'adresse, le destinataire, le lieu des stockages.

Les livraisons de produits Styltech devaient être effectuées par fagots complets de murs et fermettes, chaque paquet étant muni d'un repérage devant permettre un montage complet par l'équipe Sogea selon les plans du «mécano» Styltech.

Le décalage des premières livraisons (prévues

pour les quatre premiers bâtiments dans la première semaine de juin) a accéléré l'exécution des collectifs en traditionnel. L'entreprise générale a transféré les équipes d'exécution dédiées au sous-chantier Styltech vers le sous-chantier traditionnel. Ce décalage, accusé pour les livraisons suivantes par les congés d'été a compromis la rapidité de montage et de mise hors d'eau et hors d'air des bâtiments Styltech (à commencer par le bâtiment H) qui, à la différence de la réalisation de Cerizay, n'a guère été démonstrative par rapport aux bâtiments traditionnels.

Fin septembre, le bâtiment H était hors d'eau, hors d'air, mais l'isolation extérieure en était encore au stade de l'échantillon. Les structures des bâtiments I, J, K, étaient presque achevées, celle du bâtiment G commencée. Les fermettes de toiture du bâtiment et l'exécution du plancher béton du bâtiment L étaient encore en cours d'exécution. Les bâtiments A à F, en traditionnel, étaient globalement plus avancés.

Fin octobre, hormis le bâtiment G dont la structure était toujours en cours de montage, les bâtiments H à L étaient pour l'essentiel hors d'eau, hors d'air, l'isolation thermique par l'extérieur en cours, et le cloisonnement assez avancé. Début décembre, le cloisonnement du bâtiment G était achevé. Une livraison complète des bâtiments pouvait être envisagée pour février 1999.

► MONTAGE DES MAISONS STYLTECH

Soubassement

A la différence de Cerisay, le terrain de bonne qualité portante du Crès a permis l'exécution des longrines coffrées sur semelles et des sols de rez-de-chaussée respectant les tolérances spécifiques au soubassement des bâtiments Styltech sans problème particulier. Les longrines des garages attenants étaient réalisées en blocs creux armés.

Livraisons

Les profilés ont été livrés avec retard et conditionnés par produits (et non par murs) pour les bâtiments I et J. D'où une désorganisation du chantier. Les fagots de profilés ont été stockés sur des chevrons sommairement posés sur un sol qui était sec à ce moment.

Réalisation des ossatures verticales

L'élévation de la structure du rez-de-chaussée du bâtiment H, si elle n'a pas posé de problème technique majeur, ne s'est pas déroulée dans des conditions de travail satisfaisantes pour les compagnons. On peut citer la perte de temps due à la recherche d'outils de vissage adaptés; la gêne occasionnée par le bruit des très nombreuses vis à fixer; la mise en œuvre de multiples poteaux pour les encadrements de porte, la pose de tôles de répartition sur plusieurs poteaux de charge sous les poutres.

La réalisation complexe des ossatures du premier étage des bâtiments s'est notamment manifestée au niveau des poutres collaborantes composées de plusieurs profilés qui étaient difficilement manportables. La différence d'épaisseur des poteaux entre le rez-de-chaussée et l'étage (respectivement 140 mm et 120 mm) a entraîné des décrochements visibles dans les parois finies en trémie d'escalier.

Plus généralement, l'absence de conception d'ensemble des ouvrages porteurs du rez-de-chaussée et d'étage a fait apparaître des incohérences dans les cheminements des descentes de charge (non-superposition d'appuis de poutres et de poteaux, de poteaux de rez-de-chaussée et d'étage).

Réalisation des planchers hauts

Le souhait émis par l'entreprise générale d'éviter l'étalement du plancher pendant le coulage du béton du plancher collaborant acier-béton a été satisfait en augmentant, lors de la construction du bâtiment H, la hauteur de la poutraison. Cette décision, qui n'avait pas fait l'objet d'une étude préalable, s'est traduite par un surpoids des poutres et un surhaussement de 17 cm du bâtiment qui a nécessité un modificatif au permis de construire.

Pour les autres bâtiments R+1, revenir à la hauteur de poutre conforme a imposé à Styltech de faire découper sur le chantier même (c'est à dire dans des conditions peu idoines), par un sous-traitant local, les poutres déjà livrées. D'où surcoût, surcroît de retard et désorganisation du chantier.

Réalisation des toitures et de couvertures

Par leur poids, la mise en œuvre des fermettes courantes des bâtiments H, K a nécessité beaucoup de temps : il était pourtant prévu



qu'elles soient manportables. La mise en place des fermettes de 12 m de portée du bâtiment H a dû être réalisée par parties. Les fermettes d'arêtier, en bout des bâtiments, étaient d'un tracé et d'un montage compliqués du fait du positionnement de goussets.

La liaison, entre les poteaux tubulaires toute hauteur présents à l'angle de certains bâtiments et la charpente, a été difficile à réaliser.

Les appuis de fermettes courantes ne correspondaient pas toujours à des poteaux d'étage.

A la différence de Cerizay où les liteaux étaient métalliques, l'opération du Crès a fait appel à une couverture-tuiles posée sur des liteaux-bois. L'écartement des fermettes (1,20 m) a conduit à utiliser des liteaux de forte section, dont la fixation a nécessité des vis auto foreuses de 80 mm de long. Globalement, la sécurité de la pose n'était pas mieux assurée qu'à Cerizay, malgré un risque de chute de hauteur plus élevée.

Réalisation des fenêtres, appuis de fenêtres, des accessoires de volets

L'absence de précadres pour les fenêtres a imposé

des façonnages in situ afin d'assurer l'étanchéité. Les appuis de fenêtres ont été réalisés, pour raison d'économie, par un système de bavette en aluminium. L'emploi de volets battants en PVC a imposé de fixer sur l'ossature des gonds sur pattes assez longues, et des arrêts de volets sur taquets bois (traversant l'isolation).

Réalisation du bardage

Hormis la fixation des bardages en rive de plancher haut, la réalisation du bardage en partie courante n'a pas posé de problèmes. Les sur-épaisseurs constatées aux recouvrements de plaques, ainsi qu'aux points d'assemblages entre plaques et pièces d'angle, ont eu pour effet des défauts de planéité des murs que l'isolation par l'extérieur a couvert.

Temps de montage

L'entreprise Sogea a établi des bilans d'heures passées au montage de la structure seule et de la structure bardée pour l'ensemble des bâtiments de type R+1 (H à L), et pour le bâtiment G de type R+0, réalisé en fin d'opération dans des conditions de relative accoutumance des équipes de montage au procédé. Un enregistrement du temps consacré au principaux ouvrages en acier (murs, fermettes, bardage) a été effectué sur le bâtiment G.

Ces données relatives au temps passé, au tonnage d'acier posé, au nombre de vis et à la surface habitable permettent d'établir plusieurs ratios pour les deux types de bâtiment. Bien que la typologie différente des bâtiments ne permette pas une comparaison très objective, on note que le nombre d'heures à la tonne montée sur le bâtiment G est de 42h/t contre 60h/t pour les autres bâtiments. Cet écart s'explique par le temps plus important nécessaire pour monter en hauteur les murs du premier étage, le plancher haut et les fermettes, ainsi que le bardage par échafaudage.

Les données relatives au bâtiment G permettent par ailleurs une évaluation du temps de réalisation d'un mètre carré de mur Styltech : 0,43 h pour monter la structure et 0,33 h pour le bardage, soit environ 0,80 h pour un m² de mur. Ce temps est à comparer aux deux heures nécessaires pour obtenir un mètre carré de mur traditionnel (bloc béton de 20 cm enduit) offrant les mêmes performances. Malgré la sous-optimisation du système déjà soulignée, le procédé Styltech est performant sur ce point particulier.

Isolations thermique et acoustique

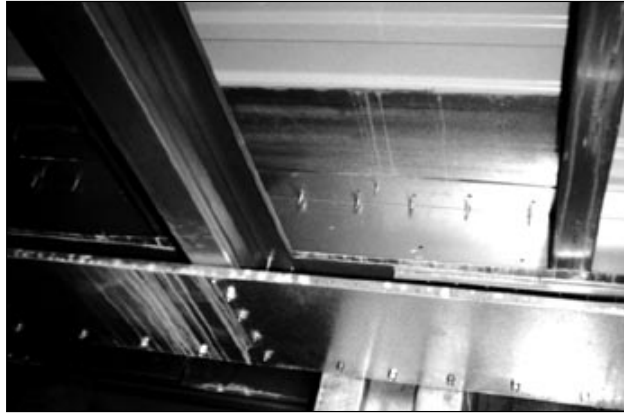
La mise en place des plaques d'isolant a permis de rattraper les défauts de planéité des bardages.

L'échafaudage de l'entreprise d'isolation par l'extérieur a servi à l'entreprise qui a réalisé les cache-moineaux, montrant ainsi la voie à un partage des ressources du chantier.

L'isolation en bordure des garages en traditionnel a été réalisée sans difficultés, malgré le peu d'espace laissé entre poteaux en béton armé et pignon des bâtiments. Mais l'étanchéité à l'eau du garage, réalisée par bavette entre couverture de garage et pignon, entraîne une discontinuité de l'isolation sur une faible hauteur. Dans ce garage, le risque de détérioration de l'isolation à proximité du sol existe; une protection contre les chocs devrait être mise en place par les soins du maître d'ouvrage ou du locataire.

La réalisation des séparatifs avec double plaque de plâtre de 13 mm du côté intérieur de chaque ossature de mur et isolation acoustique intégrée n'a pas posé de problèmes.

Evaluation de la démarche



► SUJÉTIONS DU PROCÉDÉ PROPRES À L'OPÉRATION

Montage de la structure

Les plans d'étude et de montage ont révélé les faiblesses des outils de conception utilisés par Styltech.

- Les points singuliers n'ont pas été traités : absence locale d'aplombs entre appuis des fermettes, poteaux de l'étage et du rez-de-chaussée, non superposition des fenêtres, trémies d'escaliers dans fenêtres, surdimensionnement des sas des portes d'entrée ou arêtiers.

- Le logiciel de calcul de structure n'a pas permis d'anticiper des problèmes de mise en œuvre, comme le montage de panneaux de mur toute hauteur pour les bâtiments R+1 ou la maintenance de poutres et de fermettes de grandes dimensions.

Les documents de montage n'étaient pas conçus dans une logique d'utilisateur ; ils nécessitaient de consulter plusieurs documents de référence. En tout état de cause, les plans d'exécution fournis par Styltech ont été jugés insuffisants par l'entreprise générale : absence de plans d'ensemble par logement permettant le recollement des plans de détails ; manque d'informations relatives à l'implantation des murs sur les dalles ; plans de détails types inadaptés pour réaliser certains détails complexes de construction. Bien que le formateur présent sur le chantier ait partiellement pallié ces lacunes, un effort important devra être porté sur l'amélioration des outils de conception.

La surabondance de la visserie a grevé le temps de montage et généré des nuisances sonores particulièrement élevées : 141.000 vis auraient été

utilisées pour les bâtiments G à L (1340 m² habitables), soit 105 vis/m² de plancher (la surface des murs étant grossièrement équivalente à la surface habitable, on mesure la densité de ce couturage !). Pour le bâtiment G (R+0), ce ratio tombe à 80 vis/m², mais reste très supérieur au ratio de Cerizay, déjà jugé élevé par les monteurs (20 vis/ m²). En revanche, les vis à tête hexagonales ont donné satisfaction.

S'ils sont bien adaptés aux conditions de travail en usine du fait de la présence de ponts roulants, le condi-

tionnement et le chargement des camions de livraisons de fagots de profilés conviennent mal à un déchargement latéral sur site par un engin de chantier de type «manitou».

Exécution des planchers

Comme indiqué ci-dessus, l'exécution des planchers a souffert des conséquences mal mesurées de ne pas recourir à l'étaillage.

Montage des menuiseries PVC

Le montage des menuiseries sans précadre (solution adoptée pour l'opération de Cerizay) a nécessité des adaptations (fixations à l'ossature, adjonctions) coûteuses en termes de temps et d'argent.

Toiture et couverture

L'écartement de 1,20 m des fermettes pose des problèmes spécifiques de sécurité pour le couvreur (par rapport à des fermettes bois écartées de 0,60 m). Ces problèmes n'ont pas été mieux corrigés qu'à Cerizay, malgré la hauteur plus importante des bâtiments.

Le choix des liteaux bois, réalisé sous couvert d'économie, a imposé des sujétions de montage (liteaux de forte section et vis de grande longueur).

► AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DU PROCÉDÉ PROPRES À LA REX

Délais / Coordination

La rapidité de montage des murs a été conforme aux attentes lorsque les fagots de profilés étaient

munis d'un étiquetage lisible et groupés par fardeaux. En revanche, le montage complet de l'ossature n'exprime pas le gain de temps potentiel par rapport au traditionnel, à cause du temps nécessaire à l'assemblage et au montage des fermettes (presque double de celui des murs pour le bâtiment G).

Les temps unitaires de montage qu'avance l'industriel sont relevés en usine ; ils ne sont pas transposables au chantier. Comme à Cerizay, ces temps n'ont pu être respectés sur cette opération.

La réussite de la mise en œuvre du procédé sur un chantier à délai court, soumis à des pratiques courantes d'entreprise générale structurée, suppose de plus une préparation minutieuse et surtout concertée des travaux. L'objectif de telles mesures est de permettre le respect des engagements de livraison dans le cadre du planning prévisionnel, et de gérer les aléas usine et chantier suivant des procédures élaborées en commun. Des plans d'ensemble, des plans de détail pour chaque bâtiment, et un système de contrôle de qualité des plans, sont tout aussi nécessaires.

Abords des bâtiments

La propreté du chantier est assurément un avantage du procédé Styltech dès lors que les circulations et le stationnement des véhicules de livraison et des engins, les flux de livraison et mise en œuvre de produits, les lieux de stockage, sont prévus.

Deux échafaudages ont successivement été mis en place pour les bâtiments de type R+1, pour le montage de la structure, et pour la mise en place de l'isolation. Il s'agit d'un problème de partage de ressources entre entreprises qu'il faudrait traiter de manière plus rationnelle, à l'instar des entreprises d'isolation par l'extérieur et de pose des caches-moineaux qui ont utilisé le même matériel.

Conditions de travail

En terme de rapidité de mise hors d'eau des bâtiments, l'intérêt du procédé Styltech est indéniable. Par contre, des progrès sont à accomplir pour améliorer les conditions de travail. Par exemple le vissage trop bruyant. Ou la maintenance parfois difficile à cause d'un poids excessif de parties assemblées ou de la température des pièces métalliques exposées au soleil. Ou encore la sécurité insuffisante lors de la pose de la toiture/couverture. On peut également citer les risques de pathologie pour les chevilles des

monteurs liés aux équerres à angles vifs fixées au sol pour guider le montage des panneaux ou permettre leur contreventement provisoire.

Si certains de ces problèmes sont difficiles à résoudre (le bruit causé par le vissage par exemple), d'autres relèvent soit d'une approche «système» du procédé (poids des parties assemblées) soit d'une approche détaillée (forme des équerres).

► LES POINTS D'AMÉLIORATION DU PROCÉDÉ

Conception des ossatures

C'est un point faible actuel du système. Il semble en premier lieu que les profils fournis, qui sont des produits de série, ne sont pas optimaux. Il faudra sans doute atteindre une demande de bâtiments beaucoup plus consistante pour que Styltech envisage la fabrication de profilés spécifiques au procédé.

A court terme, Styltech devra disposer d'un logiciel de conception de la structure qui permette d'éviter les situations critiques (surabondance des poteaux, non-superpositions, arêtiers compliqués. En fin de chantier, une simulation, réalisée sur le bâtiment I (le plus petit R+1, mais non le moins simple) avec un nouveau logiciel d'origine américaine, fait apparaître un gain de poids de 22 % sur les ossatures, et de 15 % sur l'ensemble ossatures et bardages. L'économie de temps de montage reste à analyser. Toutefois, le gain de temps de vissage sera, selon toute probabilité, inférieur à 15% en raison de la disproportion de ce temps et du tonnage d'acier.

Intégration des produits

L'entreprise, constatant que le temps de montage des fermettes Styltech grève la productivité globale du montage de la structure, suggère l'utilisation de fermettes bois traditionnelles, plus légères que les fermettes métal et dont la mise en œuvre serait plus cohérente avec le choix des liteaux bois.

Le gain de poids total serait d'environ 2.5 tonnes, estimé sur la base de fermettes bois posées tous les 90 cm et d'une masse linéaire de 5,6 kg/ml, à comparer à la masse linéaire des fermettes métalliques, soit 16.4 kg/ml. L'entreprise estime à 30% l'économie réalisée sur le montage de la charpente. Cependant, la logique du système Styltech est de



faire appel à l'acier. C'est pourquoi la réduction des coûts passera d'abord par une étude d'optimisation de la structure qui prenne en compte les caractéristiques de l'acier, et notamment ses performances mécaniques.

Actuellement, les bâtiments Styltech se présentent essentiellement sous la forme de bâtiments à ossature bois en lieu et place duquel des profilés en acier ont été mis en œuvre. Il y a de toute évidence un champ à explorer pour mettre au point un système qui tienne compte des caractéristiques du matériau de base.

De même, le plancher mixte acier-béton, s'il est très performant en isolation acoustique, est à reconsidérer pour les maisons unifamiliales. Dans ce cas de figure, des solutions sèches conçues pour être moins performantes en terme d'acoustique doivent être étudiées dans une double perspective : concurrencer économiquement le plancher mixte acier-béton ; apporter la cohérence au parti constructif.

Un poste important de coût du procédé (et de qualité thermique correspondante) reste l'isolation extérieure avec RPE. La détermination du

niveau de performance passe par une évaluation globale qui prenne en compte le type de chauffage, la faible inertie du bâtiment, le choix des menuiseries extérieures et des vitrages.

Intégration des tâches

Le montage de la structure et des menuiseries extérieures par des équipes de gros œuvre d'une entreprise générale est possible après formation, et l'accoutumance serait probablement un facteur important d'amélioration de productivité. L'orientation prise par Styltech est plutôt de former des plaquistes à ce type de montage. Mais est-elle la mieux adaptée alors qu'il s'agit d'assembler des éléments lourds dont la manutention n'est pas familière à ce corps de métier ?

Les deux voies ont été pratiquées au Crès et à Cerizay. D'autres mériteraient d'être explorées ; par exemple des équipes spécialisées dans le montage complet de bâtiments Styltech, en veillant toutefois à ce que ces équipes conservent une approche globale du projet afin de valoriser le travail réalisé.

Logistique

L'un des atouts du système Styltech étant la rapidité de montage du clos-couvert (comme on l'a constaté sur les premiers bâtiments de Cerizay), il convient, pour valoriser le procédé, de tirer parti à l'extrême d'une préparation de chantier élaborée et d'une logistique des flux de produits et des interventions d'entreprise rigoureuses.

Information de l'occupant

Il est utile de donner à l'occupant des bâtiments Styltech des recommandations précises pour la fixation d'objets lourds sur la structure (fixation d'antenne avec support traversant l'isolation, par exemple), pour l'accrochage des meubles suspendus (signalement sur plan de la position des lisses horizontales derrière plaque de plâtre des panneaux de mur), ou pour éviter les chocs sur les parois extérieures.

► PERSPECTIVES

Compétitivité du procédé en conception

La recherche d'optimisation devra être multi-pistes : logiciels de calcul plus élaborés, mise au point de plans d'ouvrages, de plans d'ensemble, ou

de cahiers de détails complets pour chaque ouvrage afin d'éviter les improvisations hasardeuses sur le chantier. De même, l'application d'une méthode de contrôle de conformité des plans (maîtrise d'œuvre - Styltech - gros œuvre - second œuvre) à chaque stade d'évolution du projet et à chaque modification en cours de travaux conditionne la compétitivité du procédé par rapport aux solutions constructives courantes. Les expérimentations de Cerizay - et surtout du Crès - montrent que cet objectif est encore loin d'être atteint.

Compétitivité du procédé en exécution

Le procédé doit s'adapter aux contraintes d'exécution des travaux, quelles que soient les procédures employées pour les traiter (formes de marché) et les réaliser (formes d'entreprises). Ce point crucial sera également le plus difficile à résoudre car l'adaptation d'une méthodologie industrielle de production et de livraison de produits à des situations différenciées de marché, d'entreprise, de site, de climat, de pratiques est difficile.

Cette adaptation est cependant indispensable pour qu'un système de construction nouveau puisse se développer dans le milieu très concurrentiel (prix tirés) du Bâtiment où l'adhésion des professionnels s'obtient d'abord par une démonstration pratique convaincante.

Dans le cas contraire, le développement de Styltech restera en deçà du niveau de développement ambitionné par ses promoteurs. Les temps de montage plus importants pour la réalisation de la structure d'étage font que le système est actuellement plus compétitif en exécution pour des bâtiments R+0 que pour des bâtiments R+1. Une organisation logistique plus appropriée, au travers de moyens de levage et d'échafaudage permettant une organisation rationnelle des interventions, devrait pouvoir résorber cet écart.

Gisements de productivité et avenir du procédé

Un système de construction de petits bâtiments à ossature en profilés vissés de tôle pliée d'acier galvanisé possède en France des atouts incontestables : légèreté sur des sols peu portants, et donc fondations légères ; rapidité de mise hors d'eau - hors d'air, et donc délai de livraison raccourci ; conditions de travail des corps d'état secondaires

améliorées, dès lors que la préparation du chantier a été menée à terme.

L'isolation extérieure procure, à dimensions extérieures constantes, un léger gain de SHON et permet l'obtention a priori d'un confort accru par l'absence de ponts thermiques. D'autres arguments d'ordre environnemental, auxquels les maîtres d'ouvrage devraient être de plus en plus réceptifs, peuvent être mis en avant (propreté des abords du chantier, déconstruction sélective).

Mais pour que ce type de bâtiment puisse trouver en France une place sur le marché et jouer de tels avantages concurrentiels, il faut qu'il soit beaucoup plus compétitif économiquement que les solutions classiques de construction

Les deux REX de Cerizay et du Crès montrent que les conditions de cette compétitivité ne sont pas encore atteintes. Dans les deux cas, une ingénierie de production (technique et logistique) rigoureuse a fait défaut; les maîtres d'ouvrage ne souhaitent pas réutiliser aujourd'hui le système Styltech qu'ils jugent décevant en termes de qualité coût et, dans une moindre mesure, en terme de délai.

Un effort prolongé de recherche approfondie et réaliste des ressources de productivité du système de construction, dans les conditions du marché en France, doit être engagé. C'est à ce prix que le procédé pourra trouver ses marques par rapport à la concurrence.

Cette recherche, pilotée par Styltech, devrait mobiliser directement les acteurs de terrain (entreprises, maître d'œuvres) et pourrait s'appuyer sur les compétences du CSTB et de consultants confirmés.