

**EXAMEN PROFESSIONNEL DE PROMOTION INTERNE  
D'INGÉNIEUR TERRITORIAL**

**SESSION 2016**

**ÉPREUVE DE PROJET OU ÉTUDE**

**ÉPREUVE D'ADMISSIBILITÉ :**

**L'établissement d'un projet ou étude portant sur l'une des options choisie par le candidat au moment de son inscription.**

Durée : 4 heures

Coefficient : 5

**SPÉCIALITÉ : INGÉNIERIE, GESTION TECHNIQUE ET ARCHITECTURE  
OPTION : CONSTRUCTION ET BÂTIMENT**

**À LIRE ATTENTIVEMENT AVANT DE TRAITER LE SUJET :**

- ♦ Vous ne devez faire apparaître aucun signe distinctif dans votre copie, ni votre nom ou un nom fictif, ni signature ou paraphe, ni votre numéro de convocation.
- ♦ Aucune référence (nom de collectivité, nom de personne, ...) **autre que celles figurant le cas échéant sur le sujet ou dans le dossier** ne doit apparaître dans votre copie.
- ♦ Pour la rédaction, seul l'usage d'un stylo à encre soit noire, soit bleue est autorisé (bille non effaçable, plume ou feutre). L'utilisation d'une autre couleur, pour écrire ou pour souligner, sera considérée comme un signe distinctif, de même que l'utilisation d'un surligneur.
- ♦ Pour les dessins, schémas et cartes, l'utilisation d'une autre couleur, crayon de couleurs, feutres, crayon gris, est autorisée le cas échéant.
- ♦ L'utilisation d'une calculatrice de fonctionnement autonome et sans imprimante est autorisée.
- ♦ Le non-respect des règles ci-dessus peut entraîner l'annulation de la copie par le jury.
- ♦ Les feuilles de brouillon ne seront en aucun cas prises en compte.

**Ce sujet comprend 29 pages et 5 plans dont 2 plans à rendre avec la copie.**

**Il appartient au candidat de vérifier que le document comprend  
le nombre de pages indiqué**

*S'il est incomplet, en avertir le surveillant*

- ♦ Vous préciserez le cas échéant le numéro de la question et de la sous-question auxquelles vous répondrez.
- ♦ Des réponses rédigées sont attendues et peuvent être accompagnées si besoin de tableaux, graphiques, schémas...

### **1/ Contexte :**

La commune d'INGEVILLE comporte 140 000 habitants et connaît un fort développement urbain, notamment dans le quartier d'INGEVILLE A où une centaine de logements locatifs seront livrés sous 24 mois, nécessitant le renforcement des équipements publics de proximité, notamment du fait de l'arrivée d'une cinquantaine d'enfants.

L'école maternelle d'INGEDUC vient de subir en fin d'année scolaire un sinistre majeur consécutif à un incendie accidentel la rendant impropre à sa destination et va faire l'objet d'une fermeture administrative.

### **2/ Description des lieux :**

L'école maternelle existante est composée de 5 ensembles "classe + atelier", d'un réfectoire et son bloc "office de réchauffage en liaison froide + réserves", d'une salle de repos, d'une tisanerie, d'une salle d'activités calmes, d'une zone d'évolution, de deux salles de propreté et de locaux fonctionnels (bureau de direction, logement du gardien, chaufferie) pour une surface globale de plancher de 1 700 m<sup>2</sup> environ. Elle est située dans un secteur dense et dans le périmètre d'une aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine. Elle est implantée dans un environnement relativement contraignant en étant bordée :

- au sud, par un chemin départemental à forte circulation avec émissions de bruits routiers (classement de niveau 4) et par une zone non constructible ;
- au nord, par une voie principale de desserte du quartier par laquelle s'effectue l'accès routier et piétonnier à l'établissement ;
- à l'est, par un terrain appartenant à la commune à usage de parc de stationnement gratuit pour les riverains et parents d'élèves, disposant du même accès routier que l'école maternelle ;
- à l'ouest, par des propriétés privées.

### **3/ Problématique :**

Constatant que les 130 enfants qui fréquentent cette école ne peuvent être répartis trop longtemps dans les autres écoles maternelles du secteur dont les effectifs sont déjà chargés, le conseil municipal souhaite, d'une part, rouvrir dans l'urgence et de manière provisoire le groupe scolaire à l'identique en termes de capacité d'accueil et, d'autre part, conduire parallèlement une opération de démolition reconstruction exemplaire en matière de construction durable.

Cette nouvelle construction devra prendre en compte l'arrivée de cinquante enfants supplémentaires, faisant passer l'école maternelle de 5 à 6 ensembles de "classe + atelier", avec extension possible future à 7 ensembles de "classe + atelier".

En tant qu'ingénieur(e) territorial(e), responsable des bâtiments scolaires au sein des services techniques d'INGEVILLE et compte tenu de l'urgence de la situation, le Directeur général des services techniques vous demande de répondre aux questions suivantes, afin de permettre d'éclairer la décision des élus.

### Question 1 (6 points)

- a) Vous proposerez les modalités de mise en place d'une école provisoire permettant l'accueil des enfants dans les meilleurs délais en décrivant les démarches techniques et administratives à entreprendre et les précautions à prendre vis-à-vis des riverains, des entreprises et des usagers et aborderez les aspects financiers.
- b) Vous matérialiserez l'emprise de l'équipement provisoire sur le terrain, le raccordement aux réseaux et les accès sur le fond de plan 4-A fourni en 2 exemplaires.

### Question 2 (8 points)

- a) Vous décrirez la procédure administrative, technique et d'information à mettre en place pour réaliser l'opération de démolition - reconstruction de la totalité de l'établissement.
- b) Vous produirez, en tenant compte de l'arrivée d'une cinquantaine d'enfants supplémentaires du fait de la livraison de nouveaux logements, et en vue de définir les idées directrices pour la réalisation de l'étude de faisabilité du nouvel établissement, les composantes du préprogramme du nouvel équipement et les caractéristiques techniques principales pour en faire une opération exemplaire en matière de construction durable.
- c) Vous matérialiserez l'emprise de la zone de protection liée à l'opération de démolition ainsi que l'emprise de l'équipement futur sur le terrain et son raccordement aux réseaux, à faire figurer sur le fond de plan 4-B fourni en 2 exemplaires.

### Question 3 (6 points)

- a) Vous proposerez une organisation de la maîtrise d'ouvrage ainsi que la composition de l'équipe de maîtrise d'œuvre que vous préconiserez pour la réalisation de l'ensemble de l'opération. Vous justifierez vos choix.
- b) Vous matérialiserez un calendrier détaillé pour l'ensemble de l'opération. Vous devrez faire apparaître chaque phase de l'opération sur cet échancier en mentionnant les dates prévisionnelles de démarrage et de livraison.

### Liste des documents :

- Document 1 :** « Extension en structure modulaire de l'école provisoire Makarenko à Ivry-sur-Seine » – *numérique Moniteur TP / base architopik (extrait)* – 21 mai 2013 – 1 page
- Document 2 :** « Tableaux de surfaces des écoles maternelles » – *Traité de la construction (extrait)* – Armance BUGNIET-CURY, Françoise SOUCHAY – *Éditions techniques de l'Ingénieur* – 10 mai 1988 – 1 page
- Document 3 :** « La qualité d'usage des bâtiments » – CEREMA – *catalogue CERTU (extrait fiche N°01)* – *developpement-durable.gouv.fr* – Juin 2015 – 3 pages
- Document 4 :** « Colloque construction modulaire tridimensionnelle, solutions Bois » – CNDB – *dossier presse (extrait)* – *cndb.org* – 26 mars 2015 – 4 pages

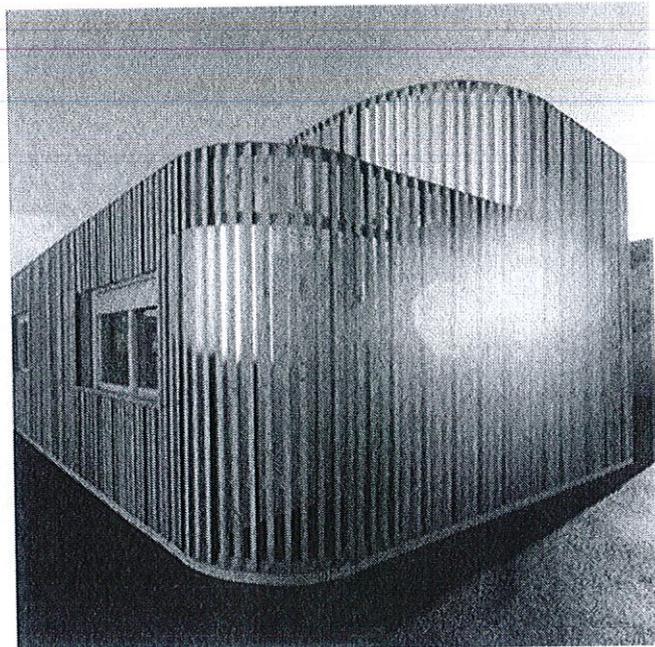
- Document 5 :** « Écoles » – brochure commerciale (extrait) – 2010 – 2 pages
- Document 6 :** « Paris inaugure sa première "éco-école" » – Adrien POUTHIER – lemoniteur.fr – 4 juin 2015 – 1 page
- Document 7 :** « Fiche opération du groupe scolaire de Hadol dans les Vosges » – Fédération nationale de communes forestières – 100 constructions publiques en bois local (extrait) – 100constructionsbois.com – Janvier 2015 – 2 pages
- Document 8 :** « Matériaux biosourcés » – revue de l'Ingénierie Territoriale N°8 – Septembre 2015 – 2 pages
- Document 9 :** « Vers l'énergie positive et le bâtiment 2.0 » – revue de l'Ingénierie Territoriale N°4 – Avril 2015 – 4 pages
- Annexe A :** « Extrait du règlement du plan local d'urbanisme – Zone UD » – commune d'INGEVILLE – 2016 – 5 pages – l'annexe n'est pas à rendre avec la copie
- Plan 1 :** « Plan de masse existant de l'école maternelle d'INGEDUC » – commune d'INGEVILLE – échelle au 1/500<sup>ème</sup> – format A3 – le plan n'est pas à rendre avec la copie
- Plan 2 :** « Plan de l'existant du rez-de-chaussée de l'école maternelle d'INGEDUC » – commune d'INGEVILLE – échelle au 1/200<sup>ème</sup> – format A3 – le plan n'est pas à rendre avec la copie
- Plan 3 :** « Plan de l'existant de l'étage de l'école maternelle d'INGEDUC » – commune d'INGEVILLE – échelle au 1/200<sup>ème</sup> – format A3 – le plan n'est pas à rendre avec la copie
- Plan 4-A :** « Plan du projet de l'emprise de l'école maternelle d'INGEDUC » – commune d'INGEVILLE – échelle au 1/500<sup>ème</sup> – format A3 – un exemplaire à rendre avec la copie et un exemplaire de secours
- Plan 4-B :** « Plan du projet de l'emprise de l'école maternelle d'INGEDUC » – commune d'INGEVILLE – échelle au 1/500<sup>ème</sup> – format A3 – un exemplaire à rendre avec la copie et un exemplaire de secours

**Attention, les plans 4-A et 4-B utilisés pour répondre aux questions 1 et 2 sont fournis chacun en deux exemplaires dont un à rendre agrafé à votre copie, même si vous n'avez rien dessiné. Veillez à n'y porter aucun signe distinctif (pas de nom, pas de numéro de convocation...).**

#### **Documents reproduits avec l'autorisation du CFC**

*Certains documents peuvent comporter des renvois à des notes ou à des documents non fournis car non indispensables à la compréhension du sujet.*

## Extension en structure modulaire de l'école Makarenko à Ivry-sur-Seine



### RÉALISATION

#### DESRIPTIF

Création de 7 classes, d'un restaurant scolaire et d'un accueil de loisirs

**SHON: 882 m<sup>2</sup>**

Date de livraison

**Novembre 2012**

Coûts des travaux

**1 270 000 € H.T.**

*Développé de façade marquant l'entrée ©Hervé ELLENA*

### PARTI ARCHITECTURAL

Cette école maternelle est une extension temporaire du groupe scolaire Makarenko à Ivry-sur-Seine. En attendant la nouvelle école de ce quartier en mutation, il est apparu nécessaire de réaliser une école provisoire sur le terrain jouxtant le groupe scolaire existant.

Le bâtiment réalisé réussit à offrir les avantages du modulaire – rapidité de mise en œuvre, bâtiment recyclable sans fondations, faibles coûts – tout en créant un cadre protecteur, accueillant et ludique pour les enfants.

L'école forme un L autour de la cour centrale ainsi délimitée par le développé de façade. C'est ce dernier – réalisé avec une élémentaire claire-voie de sapin raboté non traité, peint sur chants – qui unifie tout en laissant deviner le terrain vague qui l'accueille et qui sera promis à d'autres projets.

### INTERVENANTS

#### MAÎTRISE D'OUVRAGE

VILLE D'IVRY-SUR-SEINE (94)

#### EQUIPE DE LA MAÎTRISE D'ŒUVRE

Mandataire :

**Ellenamehl - Architectes**

Ivry-sur-Seine (94)

Cotraitants de la Maîtrise d'œuvre

**EPDC | BET Structure, Fluides | Ivry-sur-Seine**

#### Entreprises

**MTTP | Réalisation de réseaux - Orly**

**ALTEMPO | Autres travaux spécialisés de construction - Bennwhir**

**EPHEMERIS | Autres travaux spécialisés de construction - La Chapelle d'Armentières**

*Extrait numérique MONITEUR - Ecole provisoire Makarenko*

**Tableau 4 – Écoles maternelles : surfaces utiles**

Locaux	Nombre de classes					
	4	6	8	9	10	12
<b>Locaux principaux</b>						
Salles d'exercice (60 m <sup>2</sup> /classe) .....	240	360	480	540	600	720
Salles de réps (1 à 3/école, 12 m <sup>2</sup> /classe) .....	50	75	100	110	120	145
Salles de propreté .....	55	65	70	80	80	90
Salles de jeux(1) .....	150	190	230	250	270	300
Bureau de direction .....	12	12	12	12	12	12
Local fournitures .....	8	8	8	8	8	8
Salles de maîtres .....		15	15	15	15	15
Entrée. Attente .....	30	40	40	40	50	50
Tisanerie. Salles des femmes de service .....	10	12	12	15	15	15
Sanitaires. Vestiaires adultes .....	4	4	6	6	8	8
Stockage. Débarras .....	12	15	18	18	20	20
Local de rangement des jouets .....	5	5	5	8	8	8
Local pour four à céramique .....	5	5	5	5	5	5
Local poubelles .....	5	5	5	5	5	5
Loge du gardien .....	10	10	10	10	10	10
Logement de fonction du gardien .....	60	60	60	60	60	60
Logement de direction .....	75	75	75	75	75	75
Chaufferie .....	20	20	20	20	20	20
<b>Total .....</b>	<b>751</b>	<b>976</b>	<b>1 171</b>	<b>1 277</b>	<b>1 381</b>	<b>1 566</b>
<b>Locaux complémentaires</b>						
Salle à manger (2 services, 2/3 élèves rationnaires, 1 m <sup>2</sup> /élève) .....	40	60	80	90	100	120
<b>Total avec salle à manger .....</b>	<b>791</b>	<b>1 036</b>	<b>1 251</b>	<b>1 367</b>	<b>1 481</b>	<b>1 686</b>
<b>Total avec option restauration :</b>						
— cuisine réchauffage en liaison chaude (45 m <sup>2</sup> )(3) .....	836	1 081	1 296	1 412	1 526	1 731
— cuisine satellite en liaison froide (55 m <sup>2</sup> )(3) .....	846	1 091	1 306	1 422	1 536	1 741
— cuisine préparation (85 à 110 m <sup>2</sup> selon nombre de classes) .....		1 121	1 336	1 452	1 591	1 851
<b>Espaces extérieurs</b>						
Cour de récréation .....	500	700	900	1 000	1 100	1 300
(dont abri couvert) .....	(120)	(150)	(150)	(150)	(170)	(170)
Aire de livraison cuisine (2) .....						
Stationnement 2 véhicules (2) .....						

(1) Un rangement de 10 m<sup>2</sup> contigu à la salle de jeux du rez-de-chaussée sera prévu dans le cas où l'école est utilisée comme centre de loisirs.  
 (2) Pour mémoire.  
 (3) § 2.3

**Tableau 5 – Écoles maternelles : surfaces hors œuvre nettes (1)**

Locaux. Options	Nombre de classes					
	4	6	8	9	10	12
Sans restauration .....	1 126	1 464	1 756	1 915	2 071	2 349
Avec salle à manger + cuisine de réchauffage .....	1 254	1 621	1 944	2 118	2 289	2 596
Avec salle à manger + cuisine satellite .....	1 269	1 636	1 959	2 133	2 304	2 611
Avec salle à manger + cuisine de préparation .....		1 681	2 004	2 178	2 385	2 776

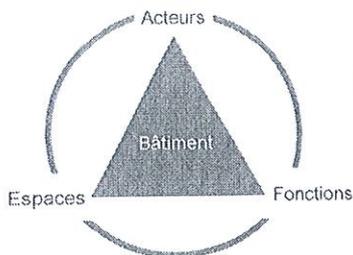
(1) Sur la base d'un coefficient surface utile/surface hors œuvre = 1,5 tenant compte de l'importance des circulations et incluant les vestiaires.

**Tableau 6 – Écoles maternelles : emprise au sol approximative et superficie totale de terrain**

Superficies (1)	Nombre de classes					
	4	6	8	9	10	12
Emprise au sol de la construction .....	800	900	700	750	800	900
Cour de récréation .....	500	700	900	1 000	1 000	1 300
Aire de livraison cuisine + stationnement 2 véhicules .....	65	65	65	65	65	65
<b>Total .....</b>	<b>1 365</b>	<b>1 665</b>	<b>1 665</b>	<b>1 815</b>	<b>1 865</b>	<b>2 265</b>

(1) Hypothèse retenue : école + salle à manger + cuisine satellite.  
 Nota : il est toujours souhaitable, dans la mesure du possible, d'implanter l'école sur 1 ou 2 niveaux (R ou R + 1), 3 niveaux étant un maximum à ne pas dépasser, réservé au milieu urbain dense pour un école de 10 classes au minimum.  
 Les hypothèses prises en compte sont calculées à partir de la situation d'implantation la plus pénalisante.  
 Les logements de fonction peuvent être implantés à un niveau supérieur.

## La qualité d'usage des bâtiments



### Vers une approche globale des enjeux spatiaux, fonctionnels et humains

Aujourd'hui reconnue comme un enjeu prioritaire de la qualité et des performances des bâtiments, la qualité d'usage a fait l'objet d'études et d'actions depuis une quinzaine d'années au sein des équipes qui constituent aujourd'hui le Cerema.

Cette collection de fiches se propose de faire le point sur les fondamentaux de la thématique : éléments de définition, de synthèse et d'outils.

#### SOMMAIRE

1. La qualité d'usage : une notion simple et pourtant difficile à appréhender
2. Une approche globale qui intègre la complexité des interactions
3. Quels gains espérer d'une meilleure qualité d'usage ?
4. La qualité d'usage : vers le bâtiment éco-responsable

Cette fiche se propose de présenter de manière synthétique cette notion de qualité d'usage des bâtiments.

Qu'il soit lieu de travail, logement, ou équipement public, le bâtiment est un objet à la fois social, technique et fonctionnel.

Dès lors, il est le terrain d'interactions entre les acteurs qui le fréquentent, les fonctions qu'il abrite, et les espaces qui le composent.

L'ensemble de ces interactions, parfois antagonistes, doivent être prises en compte, le cas échéant faire l'objet d'arbitrages depuis la phase de programmation du bâtiment jusqu'à son utilisation.

De l'intégration de ces interactions dépend la qualité d'usage du bâtiment.



Fiche n° 01 - juin 2015

## 1. La qualité d'usage : une notion simple et pourtant difficile à appréhender

La notion de qualité d'usage d'un lieu peut se définir simplement comme **sa capacité à répondre aux besoins, attentes et contraintes des acteurs** (voir encadrés).

Pour les bâtiments, il s'agit alors d'apporter des réponses **spatiales, techniques et fonctionnelles** qui permettent :

- aux usagers de bénéficier du **service attendu** ;
- aux utilisateurs d'effectuer leurs **tâches professionnelles** ;
- à tous les occupants (usagers et utilisateurs) de bénéficier de conditions de **confort** et de **sécurité** adaptées ;

tout en s'assurant que le maître d'ouvrage atteigne ses **objectifs** initiaux.

L'approche prônée par la qualité d'usage vise à mieux assurer la prise en compte des **occupants** au sein de ce système complexe et tripartite qui constitue le bâtiment : acteurs, espaces, fonctions.

Or, l'accès à la connaissance des besoins et attentes des occupants n'est pas aisé<sup>1</sup>, et leur prise en compte encore plus délicate.

**Des attentes et besoins impossibles à concilier ?**

Les occupants sont multiples :

- usagers d'un service rendu par l'équipement ;
- habitants d'un logement ;
- utilisateurs principaux (personnel administratif, technique) ;
- utilisateurs occasionnels (fonctions ponctuelles, ou externalisées se tenant dans le bâtiment...)
- utilisateurs en charge de l'exploitation et la maintenance, de l'entretien.

Tous ont des **rôles différents**, et leurs **capacités, pratiques, habitudes, vécu, culture**, impactent leurs attentes et besoins vis-à-vis du bâtiment.

<sup>1</sup> Une fiche de cette collection sera dédiée à la méthodologie d'évaluation de la qualité d'usage.

**Usager** : personne qui a recours au service rendu par l'équipement

**Utilisateur** : personne qui occupe le bâtiment dans l'exercice de fonctions professionnelles

*L'ensemble des usagers et utilisateurs, ainsi que les habitants d'un bâtiment résidentiel, est rassemblé sous le vocable « occupants »*

**Maître d'ouvrage** : celui pour qui l'ouvrage est construit

Pris dans leur ensemble, tous sont regroupés sous le vocable « acteurs » ou « parties prenantes » dans cette fiche.

### Les acteurs : le cas d'une école

  
**Usagers** :  
les élèves et leurs parents

  
**Maître d'ouvrage** :  
la municipalité




**Utilisateurs** :  
les enseignants,  
le personnel administratif,  
le personnel en charge de l'entretien,  
la maintenance...

Cette diversité révèle souvent des contradictions qui s'expriment dans l'espace ou dans le temps. Par exemple, la succession des tâches dans un local, ou leur simultanéité, peut entraîner des **conflits d'usages**.

(voir ci-dessous et ci-après) en intégrant le champ de contraintes qui pèse sur son projet : techniques, fonctionnelles et issues des besoins et attentes variés des différentes catégories d'occupants.

Dès lors, la satisfaction absolue de toutes les attentes, besoins et pratiques n'est pas un objectif réaliste : il n'existe pas de réponse architecturale universelle et uniformément reproductible. Le maître d'ouvrage est donc amené à rechercher le meilleur compromis, sur la base de choix éclairés et d'une concertation avec les occupants existants ou futurs.

La réussite du projet et sa qualité d'usage passent alors par l'adéquation de ce **projet social** avec la réponse apportée le maître d'œuvre sous la forme du **projet architectural**.

Cette adéquation traduit la nécessité de considérer un projet de construction ou de réhabilitation comme un cas unique. Chaque projet exige en effet une réponse « sur mesure » afin de répondre aux enjeux de qualité d'usage.

Chaque bâtiment à construire ou réhabiliter est un cas unique

Le maître d'ouvrage est amené à faire des choix en accord avec son **projet social**

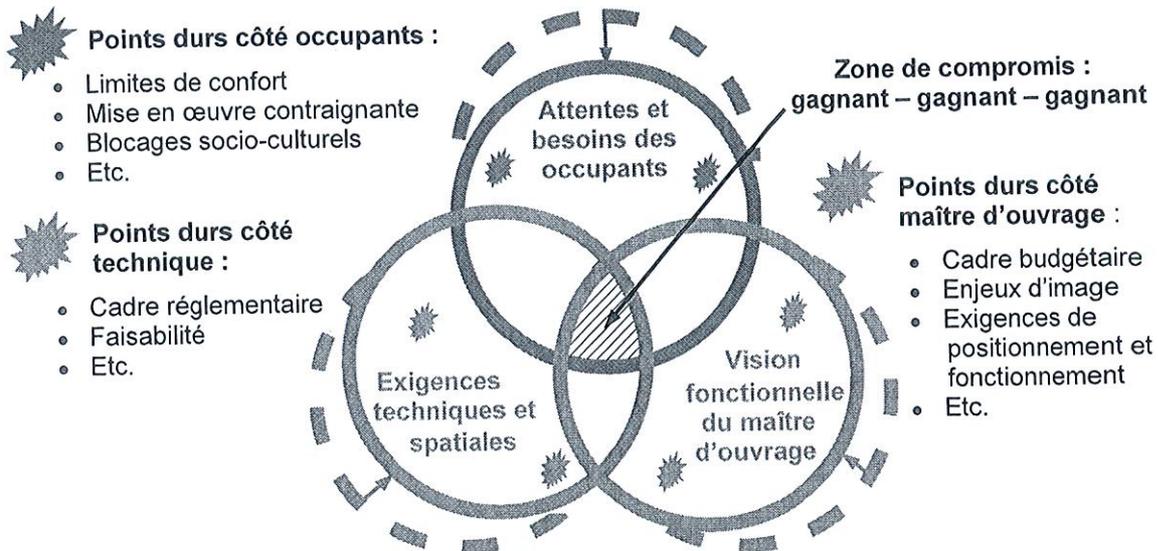
**Le bâtiment est un objet complexe qui doit assurer une cohérence et un équilibre entre les espaces, les fonctions et les occupants.**

### Le projet social

Expression politique et technique, formulée par la maîtrise d'ouvrage, des intentions qui président à la création (ou transformation) d'un équipement public : missions et services à accueillir, fonctionnement, usages à favoriser, limiter ou interdire.

Ce projet social porte les principaux choix et le positionnement de la maîtrise d'ouvrage vis-à-vis des exigences, attentes et visions parfois antagonistes des occupants (existants ou futurs). Sa traduction dans le **programme** fait le lien entre le maître d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre.

Il peut également être connu sous d'autres dénominations : projet de service, projet d'établissement.



*La recherche du meilleur compromis occupants / espaces / fonctions doit intégrer les visions, exigences et points critiques de chaque type d'acteurs.*



# CONSTRUCTION MODULAIRE TRIDIMENSIONNELLE, SOLUTIONS BOIS

## Quels sont les avantages des systèmes modulaires bois ?

Le modulaire bois propose un excellent équilibre entre 4 avantages :

- un coût de construction concurrentiel,
- une qualité industrielle qui limite les réserves en fin de chantier,
- une fiabilité des performances thermiques et environnementales attendues,
- un délai de réalisation maîtrisé qui respecte les objectifs de réception.

Parmis les avantages du système modulaire bois, un faible poids propre va permettre des descentes de charges optimisées en vue des fondations à créer. Nous pouvons prendre comme exemple un module de 12 m x 3,5 m qui pèse environ 8 tonnes en bois contre 16 tonnes s'il était en béton.

Enfin, le modulaire tridimensionnel limite très fortement les nuisances de chantier, notamment grâce au fait qu'il s'approche du « zéro déchet », puisque ceux-ci sont traités à l'usine lors de la fabrication.

## Quels sont les gains de temps réalisés sur chantier ?

Par rapport à une opération conventionnelle en béton armé, on peut considérer que le temps d'un chantier modulaire bois est divisé par 2.

À titre d'exemple, sur l'opération de Saint-Philbert, une maison en R+1 composée de 3 ou 4 modules, est posée en seulement une journée sans grue et avec des engins mobiles. C'est l'un des atouts du bois. Les acteurs de ce type d'opération apprécient la sérénité qu'apporte un chantier vite et bien réalisé, sans mauvaises surprises.

## La construction modulaire tridimensionnelle est-elle plus économique ?

En coût de construction pur, probablement pas. En revanche, en considérant un coût global exhaustif et en intégrant la diminution de frais de chantier, de frais financiers, de masse salariale dédiée au suivi dans les équipes de maîtrise d'œuvre et maîtrise d'ouvrage et la mise en exploitation plus rapide, il est probable que le tridimensionnel en bois soit plus performant.

## Quelle architecture avec un système modulaire ?

La conception modulaire paraît bien adaptée à des salles de classes, des bureaux où la technique et les sujétions de mise en œuvre sont assez limitées puisqu'il s'agit de construire des grands volumes par adjonction de modules. Elle est également adaptée à la répétitivité pour des ensembles immobiliers (chambres étudiantes, foyers, hôtels...) dont la taille permet la rentabilité de l'opération. Si elle convient à l'habitat diffus, elle semble moins adaptée aux logements denses car elle limite les possibilités d'adaptations et d'insertion par rapport à un site, surtout en milieu urbain. L'expression architecturale des 4 opérations présentées témoigne du fait que le modulaire n'impose pas « son » écriture, puisqu'il est impossible de deviner qu'un système modulaire a été utilisé pour ces 4 réalisations.



# LA PAROLE AUX ACTEURS

Architectes



PARCOURS

Emmanuel Naud-Passajon et Jean-Paul Déjos sont architectes DEA HMONP diplômés de l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon depuis 2009, chacun à la tête de leur propre agence. Ils ont suivi un parcours atypique basé sur des expériences professionnelles éprouvées à chaque poste propres à une agence d'architecture, depuis le dessin jusqu'au suivi de chantier, en passant par la communication et l'image de synthèse, qui leur permet une grande maîtrise de la chaîne de conception/réalisation.

Leur posture architecturale est basée sur la cohérence avec un contexte, ainsi chaque projet tire parti des particularités topologiques du site d'implantation (historique, géographique...). Cette approche ne cherche cependant pas à « imposer un objet », avec une prédominance de la forme sur la fonction, mais s'accompagne au contraire d'une recherche poussée sur un équilibre assumé de l'ensemble de ses composantes (fonctionnalité, économie, qualité environnementale, structure, maintenance...) avec comme finalité la réalisation d'espaces de vie de qualité pour leurs utilisateurs, avec un travail spécifique sur la lumière naturelle, la matérialité et le détail.

Leurs domaines privilégiés d'intervention sont les équipements publics de tous types, avec une prédilection pour les groupes scolaires, pour lesquels ils proposent également une approche pédagogique auprès des enfants durant toute la durée de leur intervention (interventions en classe, visites de chantier...)

Une de leur dernière réalisation, l'école de Sainte-Hélène-du-Lac en Savoie, a été récompensée par le Grand Prix du jury BATACTU 2014, une nomination aux ADC Awards 2015, et le Trophée Fibra Bois Rhône Alpes 2015.

## Emmanuel NAUD-PASSAJON

Architecte, agence Naud-Passajon Architecte

## Jean-Paul DÉJOS

Architecte associé, agence Déjos Architecte

École des Chirouzes, Bourg-lès-Valence (26)



### Présentation du projet

La ville de Bourg-lès-Valence, maître d'ouvrage de l'opération, lance fin 2009 un concours pour la réalisation d'un groupe scolaire de 10 classes. Outre un programme comprenant 4 salles de classe, l'administration et une salle d'activités,

il lance en parallèle un appel d'offre pour la réalisation de 500 m<sup>2</sup> de modulaires (6 salles de classe, 1 BCD, 2 ateliers, 1 local sanitaires), qui devront être installés provisoirement dès la rentrée 2010, puis raccordés pour former un groupe scolaire de 10 classes, l'ensemble devant être livré à la rentrée 2011.

Bien que la mission des architectes ne porte pas sur la réalisation des modulaires, l'équipe de maîtrise d'œuvre, ne souhaitant pas avoir une école à « 2 visages », propose de redessiner leur façade, et d'augmenter l'exigence thermique initiale. Ce parti pris leur permettra de remporter ce concours, malgré leur récent diplôme.

La ville de Bourg-lès-Valence souhaitant valoriser le bois sur cette construction, il sera largement utilisé, tant en structure qu'en bardage. Les délais extrêmement courts exigés ont conduit au choix du KLH pour la réalisation du corps principal. Matériau assumé, il est gardé brut en murs et au sol à l'étage.

Outre une composition liée au passé industriel du site et à l'orientation géographique, la nécessité d'optimiser au maximum l'installation des éléments modulaires a joué un grand rôle dans le principe d'aménagement de l'école : les surfaces du programme à construire sont aménagées en un seul bâtiment en R+1, indépendant structurellement, et tous les éléments modulaires ont été regroupés créant un ensemble de plain pied. À l'articulation entre ces deux espaces, une rue intérieure dessert l'ensemble des zones du projet.

Après une conception commune avec Gecco, attributaire du marché modulaires, cette première partie a donc été réalisée et mise en place provisoirement pour la rentrée 2010.

Le bâtiment « en dur » a été construit durant l'année scolaire 2010-2011. Durant le printemps et l'été 2011, les modulaires ont été déplacés pour prendre leur position définitive au côté du nouveau bâtiment. Ils ont été connectés entre eux et raccordés au bâtiment neuf dans le même temps.



# LA PAROLE AUX ACTEURS

Le pari de délais extrêmement courts et de la modularité a donc été tenu.

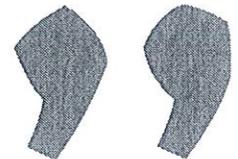
*In fine*, le traitement des façades, bardage et menuiseries, permet une lecture de l'école comme une entité globale et non comme 2 éléments distincts.

## **Le bois dans la construction modulaire tridimensionnelle**

La particularité de ce projet était l'utilisation de bâtiments modulaires en deux étapes : une première utilisation provisoire, pendant la durée du chantier, puis une deuxième utilisation définitive, les bâtiments modulaires étant totalement intégré à la nouvelle école.

Le bois permet ce double usage :

- Légèreté des modules, qui sont donc facilement et rapidement transportable
- Souplesse du matériau bois : aisément adaptables, les modules se sont facilement intégrés à la nouvelle construction, les planchers et toitures en ossature bois des circulations prenant appuis sur la structure bois des modulaires.
- Rapidité de mise en oeuvre : tant pour la construction des modulaires et du bâtiment « en dur », que pour le déplacement des modulaires et leur raccordement.
- Traitement des façades homogène et cohérent sur les modulaires, le bâtiment R+1 et les espaces inter-modulaires.





# LA PAROLE AUX ACTEURS

Entreprise bois



PARCOURS

Ingénieur INSA de formation, j'ai réalisé 10 ans dans l'industrie avant de me lancer dans la construction ossature bois en créant Atout Bois Conception en 2006, en me formant grâce au CNDB (MBOC® RT 2012). Dès 2008 nous avons créé, avec une dizaine d'artisans, la coopérative d'artisans GECCO, puis, la même année, présenté sur un salon international la première maison BBC... constituée de 3 modules. L'aventure du modulaire s'est poursuivie depuis lors avec davantage de projets, toujours sur mesures et parfois très techniques, comme notre dernière référence à l'aéroport St Exupéry de Lyon où nous avons construit des salles de formation à côté d'un parking d'avions, avec 55 dB d'atténuation acoustique !

## Sylvain FOUREL

Coopérative GECCO

École des Chirouzes, Bourg-lès-Valence (26)



### Présentation du projet

Le projet de l'école des Chirouzes à Bourg-lès-Valence est celui d'un Maire ayant fait le pari d'utiliser comme école temporaire les bâtiments modulaires nécessaires à la construction d'un projet définitif :

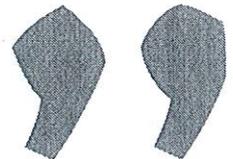
2010 : Gecco construit une école temporaire de 6 salles de classe et 2 salles d'activité à l'aide de 33 modules entièrement préfabriqués en ateliers, près de Montpellier. Plus de 100 enfants font la rentrée en septembre dans ce nouvel ensemble provisoire, mais déjà très confortable. Deux mois plus tard les travaux de leur future école, conçue par Emmanuel Naud-Passajon et Jean-Paul Dejos, démarrent à quelques dizaines de mètres de là. Le corps principal de l'école, construit en panneau structurel type KLH, mettra 10 mois à sortir de terre.

2011 : alors que les travaux du corps principal de l'école touchent à leur fin, les modules de l'école provisoire sont déplacés, profitant des vacances scolaires, pour constituer la seconde partie de l'école définitive.

La ville de Bourg-lès-Valence a ainsi économisé 1 an de location de bâtiments modulaire, tout en offrant à sa population des bâtiments plus confortables et mieux intégrés architecturalement.

### Le bois dans la construction modulaire tridimensionnelle

Il permet de proposer la même qualité constructive que n'importe quel bâtiment « traditionnel » haut de gamme, avec des performances thermiques et acoustiques exceptionnelles, un confort inégalé et une architecture soignée, en y ajoutant tous les avantages du modulaire : maîtrise des délais, des coûts et de la qualité, faible impact du chantier, déplaçabilité.

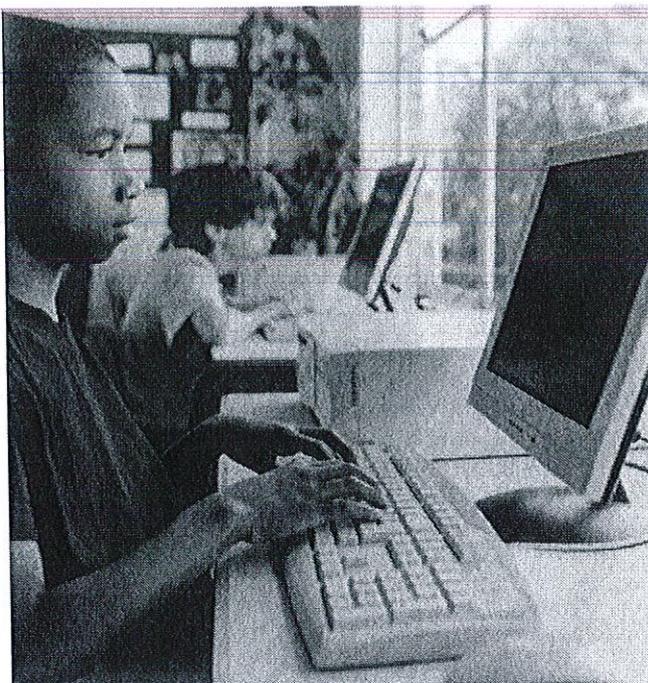


# CONSTRUIT DES ÉCOLES OÙ L'ON SE SENT BIEN POUR GRANDIR

Vouloir offrir aux élèves, aux enseignants ou encore aux équipes éducatives et administratives les meilleures conditions de travail est tout à fait légitime. C'est pourquoi nous vous aidons à définir avec précision vos besoins en termes d'espace (nombre de classes, sanitaires, cantines), vos exigences en matière d'intégration dans l'environnement et concevons avec vous le projet qui correspond le mieux à vos attentes.

Un projet qui sera réalisé en respectant scrupuleusement la réglementation scolaire en matière de construction (ERP, hygiène-sécurité, installations électriques et équipements mobiliers spécifiques).

Aujourd'hui, de nombreuses Collectivités Locales ont fait le choix de nos constructions modulaires pour offrir à leurs élèves les meilleures conditions de travail.

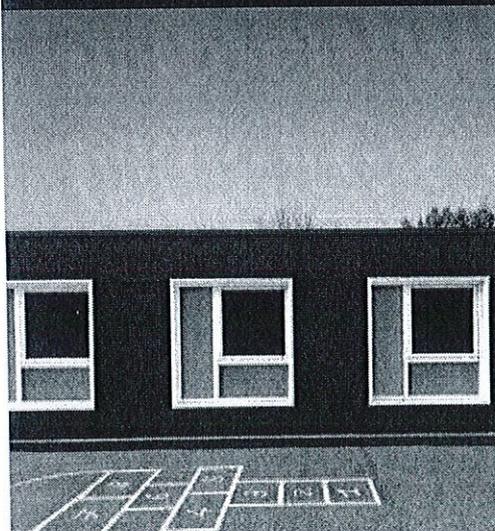


## QUELLE GAMME CHOISIR ?

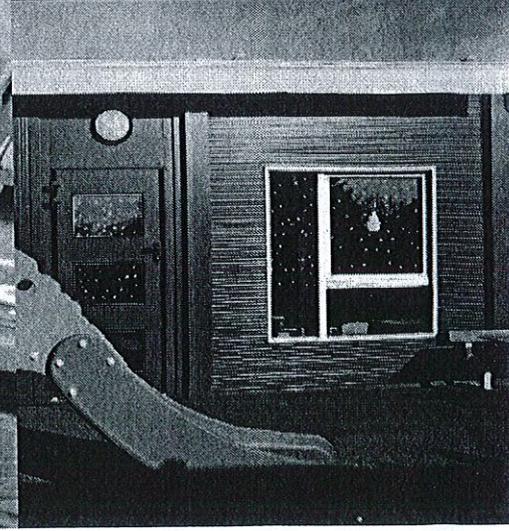
Aujourd'hui la construction modulaire répond aux besoins de tous les secteurs d'activités : chantiers, bureaux, écoles, événementiel, stockage. Pour vous aider à choisir la solution la mieux adaptée à vos besoins, nous vous proposons trois gammes de produits : **Origin, Advance et Progress.**

- Pour la construction d'une salle de classe temporaire, nous vous recommandons la gamme **Advance**.
- Si vous envisagez la construction d'une école, d'une crèche ou d'un lycée pour une durée supérieure à 2 ans, privilégiez la gamme **Progress**. Résolument haut de gamme, elle répond aux besoins des personnes qui s'inscrivent dans la durée et veulent concilier confort, sécurité et esthétique.

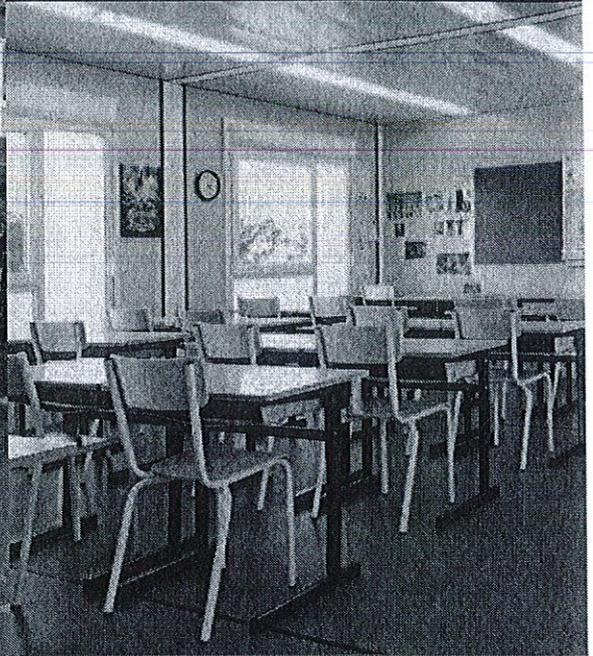
PROJET : Ecole  
GAMME PRODUIT : Progress  
SUPERFICIE : 233 m<sup>2</sup>  
TEMPS DE RÉALISATION : 5 semaines



PROJET : Crèche  
GAMME PRODUIT : Progress  
SUPERFICIE : 800 m<sup>2</sup>  
TEMPS DE RÉALISATION : 12 semaines



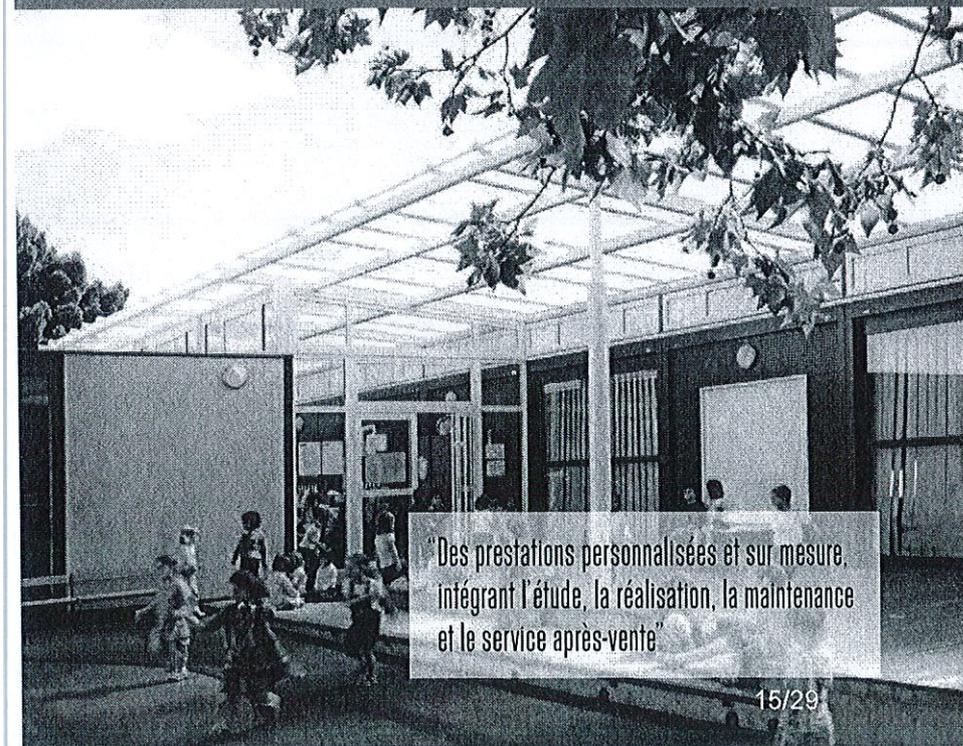
GAMME PRODUIT : Progress  
SUPERFICIE : 300 m<sup>2</sup>  
TEMPS DE RÉALISATION : 4 semaines



"Nous équipons vos bâtiments en fonction de la nature de votre projet : porte anti-pince doigts dans une crèche, rampe d'accès handicapés dans un lycée..."

## 5 BONNES RAISONS DE CONFIER LA RÉALISATION DE VOTRE ÉCOLE

- 1 Vous profitez de notre rapidité et de notre réactivité.
- 2 Vous garantisiez la sécurité des élèves et des enseignants.
- 3 Vous pouvez faire évoluer votre école selon vos besoins.
- 4 Vous personnalisez votre bâtiment en fonction de vos besoins.
- 5 Vous faites confiance à l'inventeur et au leader mondial de la construction modulaire.



PROJET : Ecole Maternelle  
GAMME PRODUIT : Progress  
SUPERFICIE : 506 m<sup>2</sup>  
TEMPS DE RÉALISATION : 6 semaines

"Des prestations personnalisées et sur mesure, intégrant l'étude, la réalisation, la maintenance et le service après-vente"

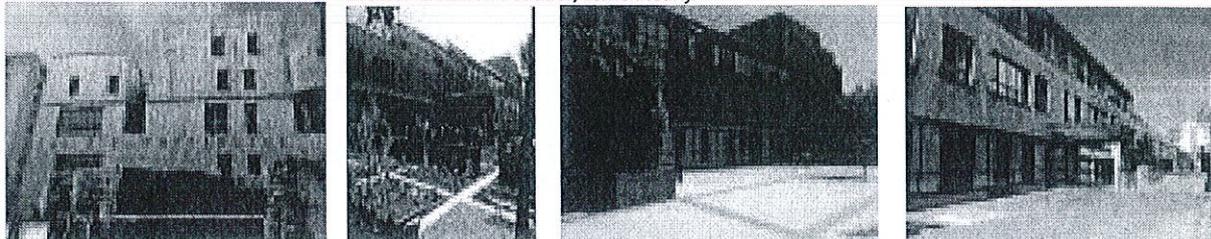
## Paris inaugure sa première « éco-école »

Par Adrien Pouthier - LE MONITEUR.FR - Publié le 04/06/2015 à 14:58

La maire de Paris, Anne Hidalgo, a inauguré jeudi 4 juin dans le 15<sup>e</sup> arrondissement de Paris le premier groupe scolaire éco-conçu et tourné vers l'apprentissage du développement durable.

*Le groupe scolaire Olivier de Serres, rue de la Saïda à Paris XV<sup>e</sup>, réalisé par l'atelier Jean-François Schmit architectes*

*Photos- © Adrien Pouthier/LeMoniteur.fr*



### Fiche technique

**Maître d'ouvrage :** Ville de Paris

**Surface :** 5 500 m<sup>2</sup>

**Partenaires :** GEC Ingénierie (BET TCE), Tribu (BE environnemental), SLG paysage, Peutz & Associés (Acoustique)

*\* L'architecte a rejeté l'hypothèse de constructions temporaires et privilégié l'installation de bâtiments définitifs en deux temps, la construction de l'école primaire précédant la construction de l'école maternelle*

Quand cette petite fille, élève de moyenne section de maternelle, a appris que la maire de Paris, Anne Hidalgo, venait inaugurer son école, le groupe scolaire Olivier de Serres ce jeudi 4 juin, elle a fièrement annoncé à ses parents la veille que « la maman de Paris » allait venir. « Je veux bien être la maman des Parisiens » s'est amusée Anne Hidalgo. On ne lui en demande pas tant mais on saura être reconnaissant à la maire de Paris de savoir-faire ce qu'il faut pour les écoles de sa ville.

Ainsi en va-t-il de ce groupe scolaire, unique, pour l'instant en son genre. « Il s'agit d'une réinvention de l'école », s'est enthousiasmée Anne Hidalgo. « On a réinventé les deux écoles qui étaient là auparavant, mais on a surtout réinventé la façon de fabriquer une école ».

En effet, tout l'intérêt de ce projet de reconstruction mené en un peu moins de trois ans et en deux phases\* pour un montant de 27 M€ a été d'une part de le tourner totalement vers l'apprentissage de l'écologie et du développement durable et, d'autre part, de permettre aux enfants de s'approprier la construction de leur école.

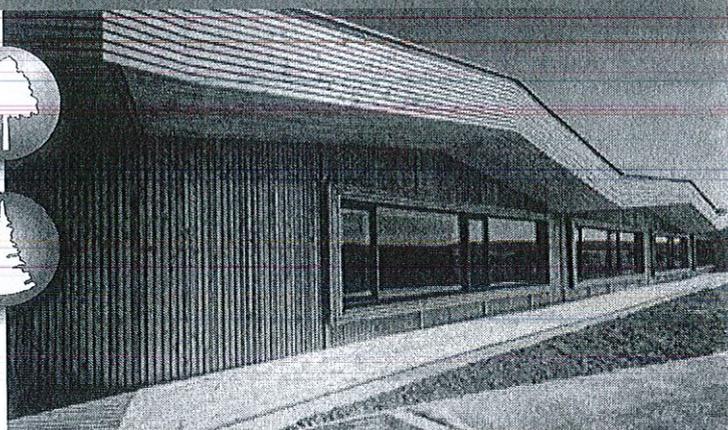
### Un modèle d'écologie urbaine

Pour la première fois à Paris, les enfants ont ainsi pu suivre pas à pas chaque étape du projet et des travaux. « On a mené des ateliers de sensibilisation aux questions d'urbanisme, on a organisé des visites du chantier », se souvient l'architecte Jean-François Schmit. « Et puis avec les petits on a développé une légende orale : comment ils ont créé leur école ». De l'étude des cinq projets reçus dans le cadre du concours d'architecture à une participation au jury de sélection, les élèves de l'époque, qui sont aujourd'hui en 3<sup>e</sup>, ont effectivement eu l'occasion d'exprimer leur avis et de s'approprier pleinement leur future école.

Aujourd'hui celle-ci accueille les enfants sur près de 5500 m<sup>2</sup> dans 8 classes de maternelle, 12 classes d'élémentaire, et 1 classe d'adaptation. Conforme au Plan climat énergie de la Ville de Paris et en cours de certification HQE, l'établissement – « le premier établissement scolaire BBC parisien » a rappelé le maire du XV<sup>e</sup>, Philippe Goujon – est devenu un modèle d'écologie urbaine, en se dotant de 200m<sup>2</sup> de panneaux solaires – qui permettent de couvrir 39% des besoins en énergie de l'eau chaude sanitaire –, de 420m<sup>2</sup> de façade plantées, de 700m<sup>2</sup> de toiture végétalisée – qui accueillent notamment un jardin zen – et d'un jardin pédagogique de 400m<sup>2</sup> avec verger et potager. « Nous avons multiplié par 2,5 la surface des éléments de « nature » demandés dans le cahier des charges », vante Jean-François Schmit.

Et toutes les règles bioclimatiques ont été respectées : orientation, béton nu intérieur pour l'inertie thermique, apports lumineux, vaste circulation pour la ventilation naturelle. « Enfin, nous avons été particulièrement vigilants sur les matériaux utilisés à l'intérieur pour qu'ils ne rejettent pas de particules polluantes. La qualité de l'air intérieur est excellente », confie Jean-François Schmit.

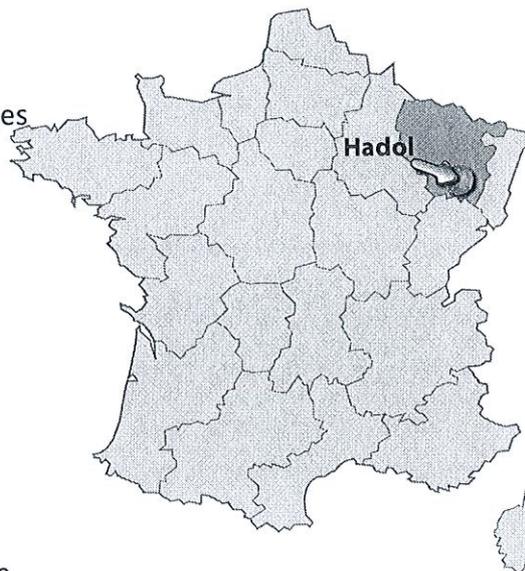
« Désormais vous allez pouvoir apprendre en vous amusant et en n'ayant pas peur de venir à l'école », a confié Anne Hidalgo aux enfants présents pour l'inauguration. Des enfants qui pourront raconter à leurs parents que la « maman des Parisiens » est plutôt gentille.



Ingénierie spécifique «bois local»	☹️ ☹️ ☹️
Optimisation de la matière première	☹️ ☹️ ☹️
Garantie circuit court	☹️ ☹️ ☹️

**Fiche opération du groupe scolaire de Hadol dans les Vosges**

<b>Ville</b>	Hadol
<b>Nbre d'hab.</b>	2438
<b>Département</b>	88 – Vosges
<b>Région</b>	Lorraine
<b>Territoire</b>	Pays d'Epinal Cœur des Vosges



<b>Typologie</b>	Groupe Scolaire
<b>Valeur énergétique</b>	BBC
<b>Année de construction</b>	2012-2014
<b>Mise en service</b>	Septembre 2014
<b>SHON</b>	1633 m <sup>2</sup>
<b>Coût de la construction</b>	3662 k€ HT
<b>Coût du lot bois</b>	530 k€ HT
<b>Volume de sciages</b>	664 m <sup>3</sup>
<b>Essence(s) utilisée(s)</b>	Sapin, Douglas, Hêtre

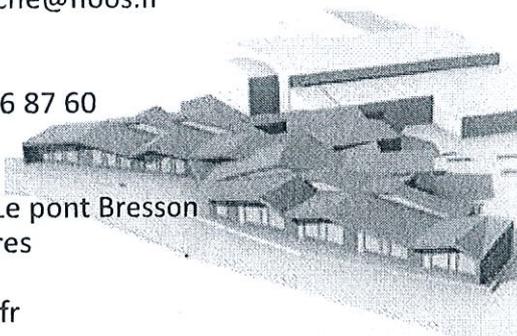
<b>Maître d'ouvrage</b>	<b>Commune de Hadol</b>
<b>Architecte</b>	<b>SARL LARCHE-METZGER</b> 19 rue de Reims 67000 Strasbourg Tél. : 03 88 60 15 82 / Mail : larche@noos.fr

<b>Bureau d'études bois</b>	<b>SEDIME</b> 6 rue de Bretagne 68390 Sausheim / Tél. : 03 89 46 87 60 Mail : sedime68@sedime.fr
-----------------------------	--

<b>Scieur</b>	<b>SCIÉRIE BERTAUD</b> (résineux) / Le pont Bresson 88640 Charmois-devant-Bruyères Tél : 03.29.66.34.44 Mail : contact@scieriebertaud.fr
---------------	---

**SCIÉRIE VICENTE** (feuillus)  
 route d'Autrey - ZI le Haut Fourneau  
 88700 Rambervillers / Tél. : 03 29 65 43 93  
 Mail : vicentesa@wanadoo.fr

<b>Constructeur bois</b>	<b>MATHIS</b> 3 rue des vétérans 67600 Muttersholtz / Tél. 03 68 08 00 08 Mail : accueil-mathis@mathis.eu
--------------------------	---

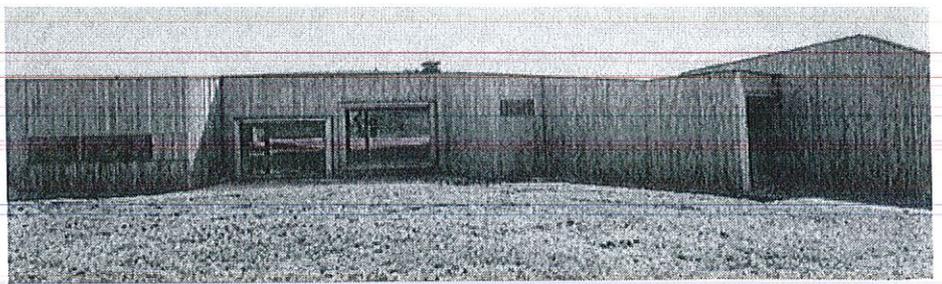


LOCALISATION

DONNÉES GÉNÉRALES

RÉALISATION

La commune de Hadol a pris la décision en 2010 de construire un nouveau groupe scolaire afin de rassembler sur un même lieu les classes maternelles et primaires, la bibliothèque municipale et

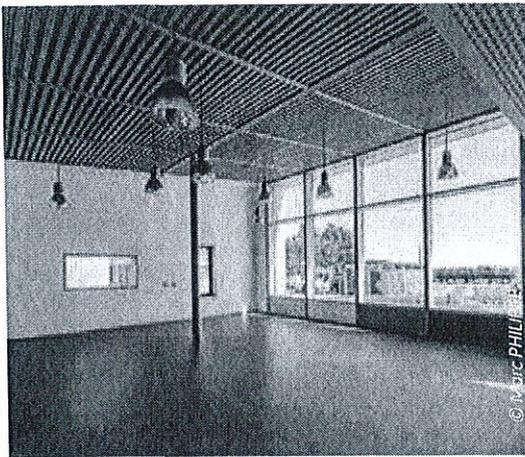


les activités périscolaires à côté du gymnase, des terrains de sport, et de la salle polyvalente. Pour la construction de cet équipement structurant dans la vie d'une commune, la municipalité a affiché sa volonté, dès la rédaction du programme, de prendre en compte la performance environnementale du projet. Il a été choisi d'utiliser le bois de la forêt communale, et une attention particulière a été portée sur le choix des produits de construction écologiques, la qualité de l'air intérieur, la gestion de l'énergie et le confort acoustique et thermique.

Cette réalisation de plein pied de 1460 m<sup>2</sup> (surface utile) est en structure mixte bois-béton. Les murs périphériques, ainsi que certains murs intérieurs sont réalisés en ossature bois (140x60 mm), auxquels s'associent des murs en béton pour séparer les salles et les dégagements, pour leur inertie thermique. La toiture est composée d'un ensemble de mono-pentes supportant une couverture végétalisée ou un bardage bois. La charpente de la toiture est composée de poutres porteuses en bois lamellé collé support de pannes et chevrons.

L'isolation des murs bois est réalisée par 150 mm de laine de roche, complétée par une laine de roche extérieure semi rigide (100 mm), un pare-pluie, une contre-ossature et un bardage en douglas non traité.

L'ensemble respecte les normes de la haute qualité environnementale (HQE). Toutes les salles sont tournées vers le sud, et protégées par un débord de toiture de 1,80 m, formant brise-soleil l'été ; les façades nord sont les plus fermées possibles. Le groupe scolaire sera alimenté par la chaufferie au bois déchiqueté existante qui a été reconditionnée dans son ensemble, et dont l'approvisionnement est effectué par la commune.



Pour cette commune forestière des Vosges, avec 1280 ha de forêt productive, utiliser le bois local s'est imposé comme une évidence. Du douglas pour l'ossature et le bardage, du sapin pour la charpente, du hêtre pour les menuiseries intérieures. La commune s'est délivrée les grumes nécessaires à la réalisation du bâtiment. L'exploitation et l'abattage ont été gérés par la commune avec l'Office National des Forêts (ONF). La consultation pour le sciage des résineux et du hêtre a fait l'objet d'un marché distinct du lot bois du marché de travaux. Les scieries Bertaud (située à 19 km du chantier) et Vicente pour le Hêtre (située à 39 km du chantier), ont été sélectionnées. Les bois ont été mis à disposition de l'entreprise Mathis qui a réalisé la pose avec notamment la fabrication des murs en ossature, et la fabrication des poutres porteuses en lamellé collé.

Ce projet a reçu le soutien de la Région Lorraine au travers de l'appel à projet « construction en bois local » lancé en 2013. Il s'agit d'un bâtiment exemplaire par sa taille, et par la mise en œuvre de bois issus de la forêt communale avec des éléments en lamellé collé. Le projet a été conçu de manière à employer le maximum de bois massif.



## MATÉRIAUX BIOSOURCÉS

## «Beaucoup d'élus sont convaincus, moins les techniciens...»

Pourquoi ne pas utiliser davantage les produits biosourcés aux propriétés connues ?  
Entretien avec Louis Buteau, adjoint au Maire de Blois et conseiller communautaire d'Agglopolys, ancien président de l'association Construction et Bioressources.

**Les collectivités locales semblent peu motivées à recourir aux matériaux biosourcés. Comment expliquez-vous cette réticence ?**

Contrairement à ce que vous pensez, un nombre croissant de maîtres d'ouvrages publics montrent un réel intérêt pour ces produits d'origine naturelle, aux qualités environnementales reconnues.

Plusieurs régions, comme le Centre Val de Loire, ont mis en place des

Le problème c'est que les collectivités achètent rarement des matériaux, mais souvent des ouvrages. Elles doivent donc inciter leurs propres services techniques, mais aussi les architectes et les bureaux d'études, à les utiliser. Or tous ne sont pas convaincus des avantages techniques pourtant bien réels des biomatériaux.

**Leur prix n'est-il pas aussi un obstacle en ces temps de contraintes budgétaires ?**

Effectivement, nombreux sont ceux qui pensent que ces produits sont plus chers, ce qui n'est pas forcément le cas. En fait cela dépend surtout de la façon dont ils sont mis en œuvre et de l'approche de l'acheteur public : raisonne-t-on sur le budget d'investissement ou associe-t-on les budgets d'exploitation futurs et le coût de l'investissement ? Intègre-t-on les externalités négatives dans les calculs ? Il existe en outre des matériaux composites qui, par exemple, associent béton classique et chanvre dans des systèmes constructifs préfabriqués. Leurs coûts de mise en œuvre sont égaux

voire inférieurs au process conventionnel. C'est ainsi qu'a été construite l'agence Pôle Emploi de Romorantin (Loir-et-Cher) par la société d'économie mixte 3 Vals Aménagement dont j'étais le président jusqu'à l'an dernier. Un nouveau programme Pôle Emploi et logements sociaux par le bailleur social 3 F est aussi en train de voir le jour sur Blois avec ce même procédé.

**Y a-t-il des freins aussi du côté des fournisseurs de matériaux biosourcés ?**

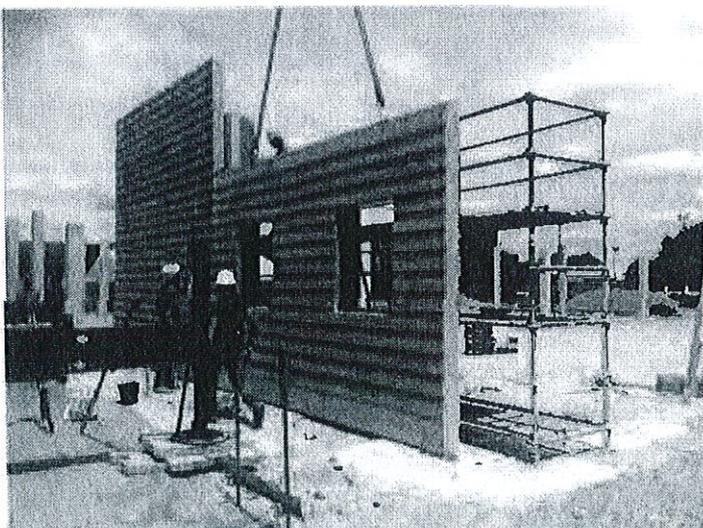
Tout l'enjeu est de faire se rencontrer l'offre et la demande. Il s'avère que les fabricants ont jusqu'à présent plus de facilités à s'adresser aux particuliers qu'aux collectivités. Celles-ci procèdent par consultation, une démarche peu prisée de nombreuses entreprises du secteur. Pour conquérir des marchés publics, les fabricants doivent se rapprocher des maîtres d'œuvre et des maîtres d'ouvrages afin de les sensibiliser à leur cause, tout en les rassurant sur le plan technique, car les préjugés et idées toutes faites sont tenaces.

**Un nouveau programme Pôle Emploi et logements sociaux par le bailleur social 3 F utilisant des matériaux biosourcés, voit le jour sur Blois.**

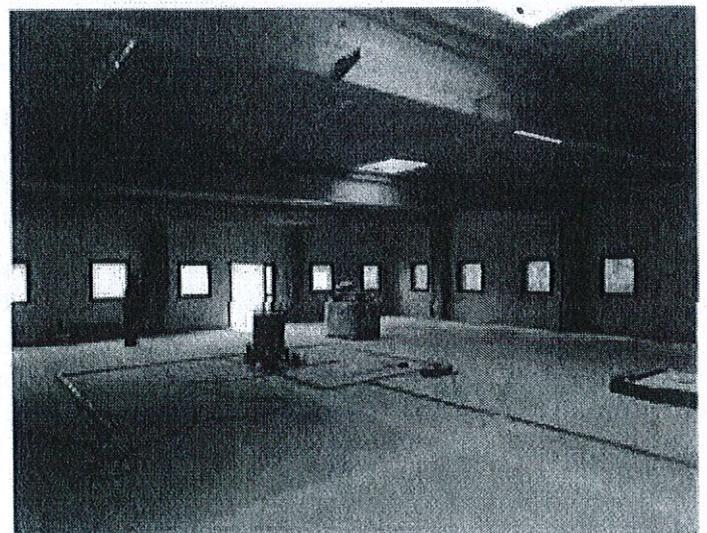
clauses d'écoconditionnalité qui permettent aux collectivités de bénéficier de subventions bonifiées si elles recourent à des matériaux de construction biosourcés.

De son côté, l'État a lancé un plan de développement qui passe notamment par la création du label « matériaux biosourcés » et l'appui à l'association Constructions et Bioressources.

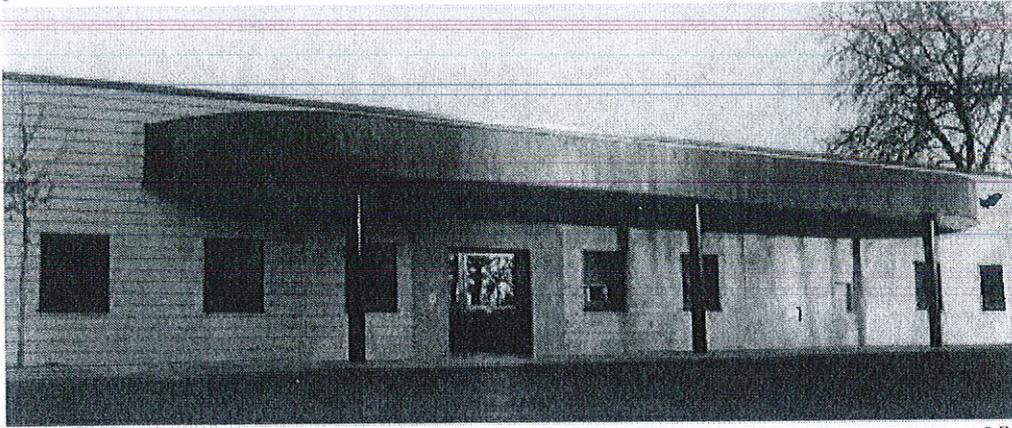
À gauche :  
Pôle Emploi  
Romorantin : béton  
chanvre.  
À droite :  
Test à l'air.



© DR



© DR



© DR

### Pour quelles raisons ?

Historiquement, les matériaux biosourcés ont commencé à émerger à travers les fameux circuits courts, qui participent d'une certaine philosophie, tout à fait intéressante et en grand développement. Depuis, des circuits plus longs, clairement industriels, se sont aussi mis en place. Leurs process rigoureux permettent de répondre plus facilement

aux exigences élevées des normes françaises en matière de bâtiment. Par exemple, une unité transformation de chanvre, de lin ou d'isolant en fibre de bois produisant un volume conséquent pourra sans doute plus aisément fabriquer un produit aux qualités constantes, réussir les couteuses épreuves du CSTB, et fournir les quantités suffisantes pour rassurer les constructeurs.

### Pôle emploi Romorantin : façade finie.

### Comment envisagez-vous l'avenir de la filière dans la construction publique ?

Beaucoup d'élus que je rencontre sont plutôt convaincus, encore faut-il que les deux sources de pouvoirs, technique et politique, partagent la même vision. Ils doivent travailler ensemble pour que les biomatériaux, au-delà de leur image sympathique, soient choisis pour leurs qualités techniques et environnementales, bien supérieures aux solutions conventionnelles, mais aussi pour leur coût raisonnable. Je pense que la filière pourra alors se développer fortement. Mais on sent déjà un frémissement : la Dreal Centre a nommé il y a un an et demi un chargé de mission du matériau biosourcé dans la commande publique. Et plusieurs autres régions et services déconcentrés de l'État ont adopté le même dispositif ou sont en passe de le faire. Ça avance, pas assez vite, mais sûrement !

## ÉNERGIE : TROIS COLLECTIVITÉS LAURÉATES

L'énergie – qui inclut l'efficacité énergétique du bâti – est devenu un champ majeur de la gestion locale.

Le label Cit'ergie est l'appellation française du label européen energy award, utilisé notamment en Autriche, Allemagne, Suisse et attribué déjà à plus de 1100 collectivités européennes. Il récompense des collectivités pour leur engagement dans la lutte contre le changement climatique. C'est « un outil opérationnel structurant qui contribue activement à la réalisation d'un Plan Climat Énergie Territorial, d'un Agenda 21, d'un Territoire de la Transition Énergétique pour la Croissance Verte (TTECV), au respect des engagements de la Convention des Maires, et à la Mise en œuvre de la politique énergie climat. »

Lors des 16<sup>ème</sup> Assises de l'énergie des collectivités territoriales, l'ADEME a remis le 29 janvier des labels Cit'ergie.

La communauté d'agglomération du Centre Martinique (CACEM) a été récompensée de ses efforts en matière énergétique. Selon Emile Gonier, son 6<sup>ème</sup> vice-président, le label « constitue un atout pour les communes membres de la CACEM dans leur réponse aux exigences de la Convention des Maires pour la lutte contre le changement climatique. Cette démarche favorise une culture partagée sur l'énergie et le climat au sein des services de la CACEM et des acteurs de son territoire. »

Parmi les mesures engagées, la collectivité a notamment équipé toutes les toitures de panneaux photovoltaïques et l'électricité de son usine d'incinération des ordures ménagères provient de la vapeur produite par la chaleur de l'incinération et de ses panneaux photovoltaïques.

La métropole du Grand Lyon a également reçu le label Cit'ergie : elle a mis en place des initiatives alternatives à l'usage individuel de la voiture, comme le covoiturage, l'autopartage, le Pédibus, etc. De plus, le quartier Lyon Confluence a obtenu la labellisation WWF, la photovoltaïque couvre plus de la moitié des besoins en électricité. De plus, une des stations d'épuration d'AquaLyon possède un digesteur de boues produit du biogaz qui alimente les chaudières des sècheurs et du digesteur, et ses locaux sont chauffés par la chaleur des eaux usées. De plus, un partenariat de recherche a été institué avec une université.

La Communauté urbaine du Grand Dijon est également exemplaire en matière d'efficacité énergétique : la part en énergies renouvelables de ses deux réseaux de chaleurs va dépasser les 60% grâce à une chaufferie biomasse. De plus, elle arrose les jardins publics et les plantations de la plate-forme du tramway grâce à l'eau de la nappe phréatique remontant dans un parking souterrain. Elle a également constitué le réseau IlliCommunes, réunissant les communes qui ont signé la Charte du Plan Climat du Grand Dijon et se sont engagées à élaborer des Plans Climat Municipaux. Tous les agents de la Communauté reçoivent une formation de sensibilisation à l'écoresponsabilité. Jean-Patrick Masson, vice-président du Grand Dijon référent pour l'environnement, explique que « Cit'ergie, outil de gouvernance, structure la stratégie énergétique et climatique et permet à la collectivité de se mettre en ordre de marche pour relever de nouveaux défis, notamment celui de passer de l'expérimentation à la massification des actions pour réduire de manière significative les consommations énergétiques. »

Source : ADEME

# Vers l'énergie positive et le

La nouvelle réglementation thermique RT 2020, en cours d'élaboration, imposera des bâtiments producteurs nets d'énergie et la rénovation à marche forcée des bâtiments les plus énergivores. Un tel saut qualitatif et quantitatif dépasse la seule question énergétique. Il impose un bouleversement des pratiques du secteur, notamment la généralisation du BIM, la maquette numérique, et la mise en place de plans pluriannuels d'investissement.



50 % du budget des collectivités est dépensé dans l'énergie dont une grande partie pour le bâtiment.

**L**e secteur de la construction est en effervescence. Alors que la situation économique est morose, le marché de l'immobilier atone et la lutte contre le réchauffement climatique plus pressante que jamais, la recherche d'une plus grande efficacité énergétique nécessite un deuxième souffle. Le bâtiment consomme en effet à lui seul 46 % de l'énergie finale du pays, et génère 25 % de gaz à effet de serre (GES).

Les collectivités territoriales jouent un rôle central pour le secteur. Elles dépensent environ 5 % de leur budget de fonctionnement en énergie, dont une partie non négligeable dans le bâti. Le parc immobilier public représente environ 40 % du parc total des bâtiments tertiaires et un peu plus de 15 % du parc total de logements. Et l'on estime de 20 à 50 % les économies possibles grâce à la mise en place d'une gestion énergétique performante et globale.

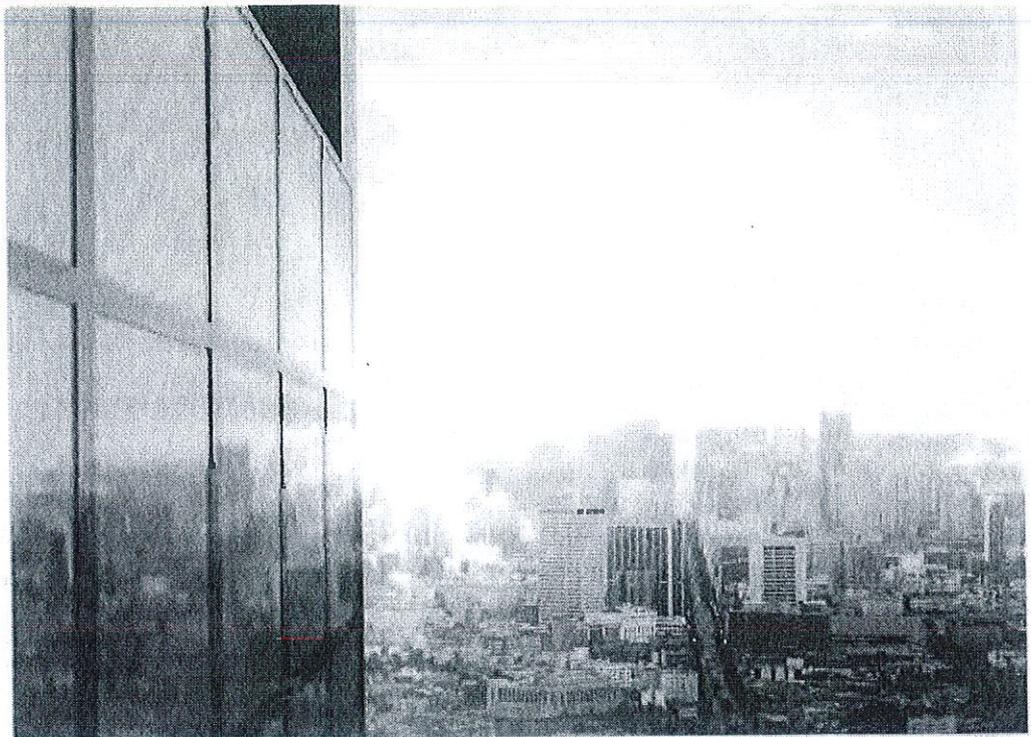
## ASSOUPLISSEMENTS

Les politiques publiques, notamment la mise en place des réglementations thermiques et les aides associées (EcoPTZ, etc...), ont déjà permis de réduire la consommation énergétique des bâtiments. La RT 2012 limite à 50 kWh/m<sup>2</sup>.an la consommation maximale d'énergie primaire d'une construction, modulable en fonction de la zone géographique. D'abord appliquée aux bâtiments tertiaires, la RT 2012 a été étendue au secteur résidentiel à compter du 1<sup>er</sup> janvier 2013. Mais la crise économique limite ses effets. Alors que la demande nécessite la construction de 500 000 logements chaque année, seule-

**Le bâtiment consomme en effet à lui seul 46 % de l'énergie finale du pays, et génère 25 % de gaz à effet de serre (GES). Les collectivités territoriales jouent un rôle central pour le secteur.**

# bâtiment 2.0

ment 300 000 ont été mis en chantier en 2014, dont la moitié dans le logement collectif, en raison notamment de la baisse des investissements publics. Pour relancer le bâtiment, des assouplissements ont donc été apportés à la RT 2012. À partir du 1<sup>er</sup> janvier 2015, elle ne s'applique plus intégralement qu'aux surfaces supérieures à 100 m<sup>2</sup>. Les projets de construction ou d'extension de moins de 50 m<sup>2</sup> sont exclus de son champ d'application, et entre 50 et 100 m<sup>2</sup> le test d'étanchéité à l'air et le recours aux énergies renouvelables ne sont plus obligatoires. Les exigences en termes de surfaces vitrées sont moins grandes, et le Cep max (coefficient d'énergie primaire) de 57,5 kWh/m<sup>2</sup>.an est maintenu jusqu'au 31 décembre 2017 pour le logement collectif.



© peshkova - Fotolia.com

## RÉNOVATION

La RT 2012 comporte aussi un important volet rénovation. En cas de travaux, l'ensemble de la réglementation s'applique si le bâtiment, construit après 1948, dépasse 1 000 m<sup>2</sup>. Pour tous les autres cas de rénovation, le texte, appelé « RT Existant élément par élément » définit une performance minimale en fonction de la cible (chauffage, éclairage, fenêtres...). Lorsque, par exemple, des fenêtres sont remplacées, les nouvelles doivent, sauf exception, disposer d'un double vitrage et d'une isolation renforcée. Jusqu'à présent, 160 000 logements anciens ont ainsi été mis aux normes chaque année, soit environ 1,5% du parc immobilier ancien. À ce rythme, il faudrait encore des décennies pour mettre celui-ci à niveau. Insuffisant, si le pays veut respecter ses engagements, notamment la baisse de 20% des consommations d'énergie finale d'ici à 2030, et la réduction d'un facteur 4 des gaz à effet de serre (GES) d'ici à 2050.

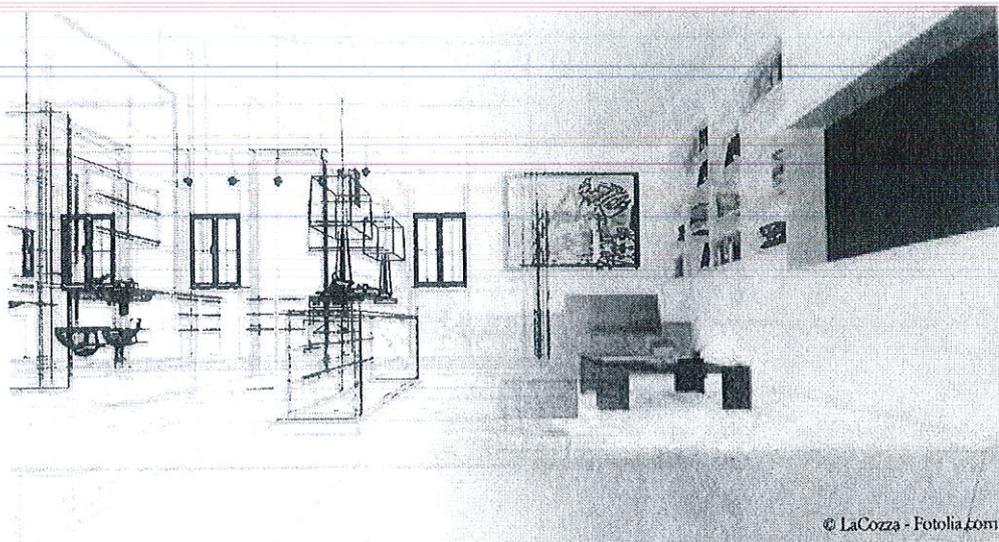
Pour atteindre ces objectifs, de nouvelles dispositions ont été prises par les pouvoirs publics, à travers notamment le projet de « loi de transition énergétique et pour la croissance verte ». Parmi les décisions les plus importantes concernant le bâtiment (titre II de la loi), il est prévu que 500 000 logements soient rénovés chaque année à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2017, de façon à résorber le stock de passoires thermiques à l'horizon 2025, soit les quatre millions de logements qui dépassent les 330 kWh/m<sup>2</sup>.an. Outre l'arsenal traditionnel d'incitations fiscales et de facilités financières, les parlementaires ont introduit l'obligation progressive, à partir de 2020 et en fonction de leur performance énergétique, de rénover les logements à l'occasion d'une vente. La contrainte initiale d'isoler tout bâtiment par l'extérieur (ITE) devrait être assortie de possibilités de dérogation aux règles d'urbanisme, afin de permettre de préserver le cachet de certaines demeures. Enfin le recours à

**Dans le cadre de la construction neuve, une nouvelle réglementation thermique prévoit qu'en RT 2020, tous les bâtiments devront être à énergie positive (BEPOS), une qualité qui s'appliquera aux édifices publics.**

des matériaux bio-sourcés (bois, paille, chanvre, laine...), lors d'opérations de rénovation devrait être encouragé.

## BÂTIMENT 2.0

Quant à la construction neuve, une nouvelle réglementation thermique est en préparation. Selon cette RT 2020, tous les bâtiments devront être à énergie positive (BEPOS), une qualité qui s'appliquera aux édifices publics. Ceux-ci devront répondre aux critères actuels du bâtiment passif, c'est-à-dire consommer moins de 15 kWh/m<sup>2</sup>.an en chauffage, avec une étanchéité de l'enveloppe n50 ≤ 0,6 h-1, et des besoins en énergie primaire totale (électroménager inclus) inférieurs à 120 kWh/m<sup>2</sup>.an. Les bâtiments devront en outre se doter d'énergies renouvelables afin de devenir des producteurs nets d'énergie, le surplus étant injecté dans le réseau électrique, un réseau de chaleur ou échangé sur un réseau local. Le photovoltaïque devrait être la source d'énergie la plus visible de l'extérieur,



Les technologies actuellement sur le marché (isolants, VMC double flux, triple vitrage, énergies renouvelables...) permettent déjà d'obtenir des bâtiments à énergie positive.

avec l'arrivée sur le marché des cellules organiques dont la souplesse permet d'habiller n'importe quelle enveloppe. À l'intérieur, devrait se développer la récupération de la chaleur des machines (data center, ordinateurs, imprimantes...) et des êtres humains, mais aussi l'énergie produite par leurs déplacements... Sans attendre ces innovations, la plupart des technologies actuellement sur le marché (isolants, VMC double flux, triple vitrage, énergies renouvelables...) permettent déjà

tatif impose un bouleversement des pratiques de la filière, une véritable «révolution», estiment certains. Depuis plusieurs années, sous la houlette notamment du Plan Bâtiment Durable créé en 2009, pouvoirs publics, industriels et artisans travaillent de concert pour parvenir à l'adoption d'un nouveau concept : le «bâtiment 2.0», selon les termes employés par Cécile Dufлот quand elle était ministre du Logement. Cela nécessite de passer de l'organisation séquentielle d'un chantier à

**Concrètement, la maquette numérique contient une base de données et une représentation graphique, en 2D ou en 3D, du bâtiment et de tous les éléments qui le composent. On peut ainsi connaître la nature et l'historique d'un composant.**

d'obtenir des bâtiments à énergie positive. Encore faut-il les mettre en œuvre. Là, l'enjeu n'est plus seulement énergétique, il est aussi économique. Il s'agit de produire plus et mieux, tout en réduisant les coûts de construction. Un tel saut quali-

une approche collaborative associant le plus en amont possible les différents acteurs (industriels, entreprises...). L'objectif est de permettre au maître d'ouvrage d'avoir une vision globale et dynamique de l'ouvrage, en ayant accès à des données

utiles lors de la construction, mais aussi après, pour s'assurer de ses performances, et afin de gérer au plus près les coûts de maintenance.

### TRAVAIL COLLABORATIF

Au cœur de cette nouvelle approche : la modélisation des données du bâtiment (BIM) ou «maquette numérique». Vivement encouragé par les pouvoirs publics, son usage sera rendu progressivement obligatoire pour les équipements de l'État à l'horizon 2017, et devrait rapidement se généraliser à l'ensemble du secteur. Dans leur rapport «BIM et Gestion du Patrimoine» réalisé pour le Plan Bâtiment Durable en avril 2014, Franck Hovorka et Pierre Mit estiment que le BIM est «un basculement comparable à ce que fut le passage du Rotring aux outils de conception assistée par ordinateur».

Concrètement, la maquette numérique contient une base de données et une représentation graphique, en 2D ou en 3D, du bâtiment et de tous les éléments qui le composent. On peut ainsi connaître la nature et l'historique d'un composant. De multiples capteurs permettent en outre de suivre en continu la vie du bâtiment, par exemple de localiser dans le temps et l'espace les consommations afin de les réguler le plus intelligemment possible, en fonction des habitudes des utilisateurs... Le BIM est aussi et surtout un processus. La masse d'informations collectées implique un travail collaboratif entre les différents intervenants avant, pendant et après la construction. Le système peut aussi être appliqué aux infrastructures et aux réseaux techniques afin que ces derniers soient planifiés, conçus, créés et gérés. Selon les auteurs du rapport : «Il paraît (...) judicieux d'utiliser, dès le départ, le BIM tout au long de la vie du bâtiment afin d'optimiser l'investissement fait lors de la constitution de la maquette. Il devrait en effet permettre des gains en phase d'exploitation, grâce par exemple à un suivi de la performance des matériels.» À terme, le BIM devrait

### LA CARTE VITALE DU BÂTIMENT

Encore appelée carte d'identité du bâtiment, Bâtiscarte, passeport rénovation (énergétique), carnet de soin thermique, passeport technique... la carte Vitale du bâtiment se présente sous la forme d'un document numérique, en open source. Il intègre les caractéristiques architecturales, techniques et énergétiques, mais aussi les relevés des consommations (éventuellement par postes) voire les modes d'emploi des équipements, des guides verts (tri, eau, etc.). Quand un propriétaire décide d'entreprendre des travaux de rénovation, il peut se référer aux informations disponibles sur la carte vitale et vérifier leur efficacité. Pour une collectivité, l'ensemble des données recueillies sur les cartes vitales d'un parc immobilier devrait permettre de constituer une base de données statistiques fort utile.

permettre l'adoption d'une «carte vitale» du bâtiment, une sorte de carnet de santé qui recenserait les données collectées tout au long de la vie d'un bâtiment, des informations aujourd'hui dispersées et qui deviennent rapidement obsolètes faute d'être centralisées et accessibles (lire encadré). «*La constitution de la base de données se ferait au fur et à mesure de l'acquisition des données, à la livraison du bâtiment, lors de rénovations, d'audits... [...] Il est indispensable de garder toute la donnée, y compris celle qui ne paraît pas indispensable dans l'immédiat. [...]*» En effet, la ré-acquisition de données coûte du temps et de l'argent inutilement.

### SMART GRID, SMART CITY

Enfin, dans les quartiers neufs, les immeubles seront intégrés à un *smart grid*, un réseau intelligent, à l'échelle d'un quartier. Le premier exemple en France est en cours de constitution à Issy-les-Moulineaux. Baptisé Issygrid, le projet inclut le quartier d'affaire de Seine Ouest ainsi que l'éco-quartier du Fort d'Issy. Objectif : mutualiser et optimiser les consommations en énergie de plusieurs immeubles appartenant à de grandes entreprises ainsi que celle des habitants du quartier. Entrent plus particulièrement en ligne de mire les pics de consommation, souvent difficiles à gérer par les fournisseurs. Le sto-

ckage de l'énergie s'effectue par des systèmes de batteries intégrées aux bâtiments, mais également par le développement d'un parc de véhicules électriques. Demain, la ville espère rejoindre le club encore très fermé des *smart cities* ou «villes intelligentes». Un marché mondial estimé d'ici 2020 à plus de 1 500 milliards de dollars par le cabinet de conseil australien Frost&Sullivan. Et l'énergie «intelligente» représente un quart de ce nouveau marché grâce au développement des smart grids et autres solutions d'optimisation de la consommation énergétique. Une révolution à ne pas manquer.

Emmanuel Thévenon

## « IL FAUT PENSER EN TERMES DE COÛT GLOBAL »

Entretien avec Dele Aguiar, Directeur général adjoint chargé des services techniques de la communauté d'agglomération du Haut Val-de-Marne, co-animateur du groupe architecture et bâtiment à l'AITF.



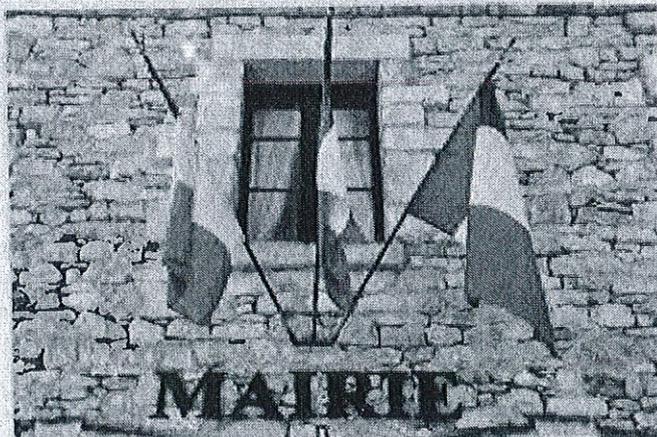
### Où en sont les collectivités locales sur les rénovations de leur patrimoine bâti ?

Plusieurs collectivités, comme Toulouse, ont réalisé des audits sur leur patrimoine immobilier, mis en place des préconisations, et les ont chiffrées. Certaines villes ont commencé les travaux, mais se sont souvent réfrénées devant l'ampleur des investissements. Alors, faute de contraintes réglementaires, il y a une

certaine tendance à l'oubli... D'autant qu'entre temps est arrivé l'Agenda d'accessibilité programmée (Ad'AP) qui nous mobilise prioritairement. Il est vrai aussi que les responsables de nombreuses collectivités, comme la mienne, ont les yeux rivés sur les conséquences de la réforme territoriale en cours.

### Que faudrait-il faire pour accélérer la cadence des rénovations ?

À l'AITF, nous travaillons avec l'association Amorce et l'Agence Qualité Construction afin de faire prendre conscience que l'on rencontrera les mêmes problèmes qu'avec l'accessibilité si l'on ne déclenche pas rapidement les audits. Je pense aussi que l'État doit contraindre les collectivités locales à réaliser un agenda pour l'efficacité énergétique, sur le même schéma que pour l'accessibilité. Il ne faut pas attendre 2020 pour que toutes les collectivités mettent en



Les collectivités territoriales jouent un rôle central pour le secteur. Elles dépensent environ 5 % de leur budget de fonctionnement en énergie, dont une partie non négligeable dans le bâti.

place un PPI, un plan pluriannuel d'investissement sur 5, 10 ou 20 ans.

### Comment financer ces investissements ?

Il faut expliquer le bien fondé de la rénovation et penser en termes de coût global. L'investissement permet de faire baisser la facture énergétique, donc de rentabiliser les travaux d'efficacité énergétique. L'élu doit avoir une vision à long terme, car, à dix ans, lui et sa collectivité seront gagnants. Il faut aussi que les facilités de financement soient inscrites dans le texte de loi, en fonction de l'objectif de performance énergétique. La maquette numérique et la carte d'identité du bâtiment doivent enfin être portées par les élus et les responsables territoriaux afin que ces outils se généralisent, et servent de base aux évolutions vers les préconisations de 2020/2030.

## EXTRAIT DU REGLEMENT DU PLAN LOCAL D'URBANISME (PLU) – ZONE UD

**CHAPITRE III – DISPOSITIONS APPLICABLES A LA ZONE URBAINE D'INTENSIFICATION DOUCE UD**

La zone urbaine UD concerne les secteurs essentiellement composés d'un tissu urbain moyennement dense et pavillonnaire. Il s'agit d'une zone urbaine mixte. Elle est localisée principalement à la périphérie du centre urbain et des villages ou dans les espaces urbains de sensibilité paysagère. Cette zone a pour objectif de maintenir cette forme urbaine dans les proportions existantes afin de ne pas en altérer les qualités paysagères, tout en permettant d'évoluer raisonnablement vers la densification en concordance avec les capacités de desserte.

Elle comprend un secteur UDh qui se différencie en termes de règle de hauteur maximale des constructions afin de maîtriser leur perception visuelle dans des espaces urbains de sensibilité paysagère.

**Article UD 1 – Occupations et utilisations du sol interdites**

Sont interdites toutes les destinations et occupations et utilisations du sol qui ne correspondent pas à la vocation de la zone, telles que :

- l'aménagement de terrains pour la pratique des sports et loisirs motorisés ;
- les installations classées pour la protection de l'environnement devant faire l'objet d'un plan de prévention des risques technologiques et, à ce titre, d'un périmètre de protection ;
- les dépôts de véhicules et garages collectifs de caravanes ou de résidences mobiles de loisirs.

**Article UD 2 – Occupations et utilisations du sol autorisées sous conditions**

- les programmes de logements d'une surface de plancher égale ou supérieure à 2 000 m<sup>2</sup> ne sont admis que s'ils comprennent au minimum 25 % de logements locatifs sociaux; ce pourcentage est réparti à l'échelle d'une opération de construction ou d'aménagement d'ensemble ;
- les programmes de logements d'une surface de plancher égale ou supérieure à 2 000 m<sup>2</sup>, à l'exception des résidences pour étudiants et des résidences pour personnes âgées, ne sont admis que s'ils comprennent au minimum une proportion de 40 % de logements de taille minimale correspondant à un T3 et au minimum une proportion de 10 % de logements de taille minimale correspondant à un T4 ;
- les constructions à destination d'entrepôt ne sont admises qu'à condition qu'elles soient liées à une activité principale existante à proximité ;
- les installations classées pour la protection de l'environnement, quels que soient les régimes auxquels elles sont soumises, ne sont admises qu'à condition qu'elles n'entraînent pour le voisinage, aucune incommodité et, en cas d'accident ou de fonctionnement défectueux, aucune insalubrité ni sinistre susceptible de causer des dommages graves ou irréparables aux personnes et aux biens ;
- les constructions destinées à l'industrie et à l'artisanat à condition qu'elles ne causent pas de nuisances incompatibles avec le voisinage ;
- l'extension, l'adaptation ou la réfection des constructions destinées à l'industrie et à l'artisanat à condition qu'elles n'entraînent aucune aggravation des nuisances pour le voisinage ;

- les exhaussements et affouillements des sols à condition qu'ils soient nécessaires et limités à la réalisation des occupations et utilisations du sol autorisées dans la zone.

### **Article UD 3 – Accès et voirie**

#### **1 - Caractéristiques des accès**

Les accès doivent être adaptés aux usages et aux besoins de l'opération, de la construction ou de l'aménagement desservi ainsi qu'au trafic sur la voie de desserte. Les accès doivent permettre l'entrecroisement des véhicules.

Les accès ne doivent pas présenter de risque pour la sécurité des usagers des voies publiques ou pour celle des personnes utilisant ces accès, notamment au regard de la position des accès, de leur configuration ainsi que de la nature et de l'intensité du trafic.

Le nombre des accès sur les voies publiques est limité dans l'intérêt de la sécurité du trafic et du traitement urbain de l'espace public.

Au droit des accès, la priorité est donnée au principe de continuité des aménagements existants ou à prévoir en faveur des piétons et des cyclistes.

Lorsqu'un terrain est desservi par plusieurs voies publiques, l'accès peut être imposé sur la voie sur laquelle la gêne pour la circulation est la moindre.

Lorsqu'il existe une station de transport en commun à proximité du terrain d'assiette d'une construction ou d'un aménagement, l'accès piéton sur ce terrain doit être, sauf impossibilité technique, positionné de manière à être le plus près de cette station.

#### **2 - Caractéristiques des voiries**

1 - Toute construction ou aménagement doit être desservi par des voies publiques ou privées dans des conditions répondant à l'importance et à la destination de l'immeuble ou de l'ensemble d'immeubles qui y sont édifiés, notamment en ce qui concerne les exigences de sécurité routière, de secours et de défense contre l'incendie, de sécurité civile et de collecte des déchets.

A l'occasion de constructions nouvelles, des pans coupés ou courbes peuvent être imposés aux angles des voies, pour permettre une meilleure visibilité ou pour des raisons d'aménagement urbain.

2 - En cas de projet ponctuel ou d'opération d'aménagement d'ensemble, les voies privées nouvelles :

α non ouvertes à la circulation publique ne doivent pas avoir une largeur inférieure à 4 mètres ;

α ouvertes à la circulation publique ne doivent pas avoir une largeur inférieure à 6 mètres pour les voies à sens unique et 9 mètres pour les voies à double sens de circulation.

3 - En cas d'opération d'aménagement d'ensemble :

La voirie interne des opérations d'ensemble doit contribuer à assurer la cohérence du réseau viaire du secteur considéré, même dans le cas d'aménagement par tranches successives, en disposant d'un tracé qui s'inscrive dans la continuité du réseau viaire environnant en termes de fonctionnement et de composition.

Les voies de desserte ne doivent pas se terminer en impasse pour les piétons et les vélos. Les voies en impasse ne disposant pas d'une aire de retournement, doivent être dotées en bordure de voie publique d'un aménagement adapté au stockage des ordures ménagères. Les voies privées existantes ouvertes à la circulation publique desservant de nouvelles opérations, ne doivent pas avoir une largeur inférieure à 4 mètres pour les voies à sens unique et à 6 mètres pour les voies à double sens de circulation.

#### **Article UD 4 – Desserte en réseaux**

- 1 - Eau potable : toute construction ou installation doit être raccordée au réseau public de distribution d'eau potable.
- 2 - Eaux usées : toute construction ou installation doit être raccordée au réseau public d'assainissement des eaux usées. Les eaux usées non domestiques ne peuvent être rejetées dans le réseau public d'assainissement qu'après avoir fait l'objet d'un prétraitement dans les conditions définies dans le cadre d'une convention de rejet ou d'une autorisation de déversement.
- 3 - Eaux pluviales : les aménagements doivent garantir l'écoulement normal des eaux pluviales vers les ouvrages publics récepteurs, ainsi que le piégeage adapté des éventuels polluants de ces eaux.
- 4 - Autres réseaux : les raccordements aux réseaux d'électricité, de gaz, de chauffage urbain et de télécommunication sont obligatoirement enterrés.

#### **Article UD 5 – Espaces libres et plantations**

- 1 - L'ensemble des espaces libres, hors circulation et stationnement, doivent représenter 60 % du terrain d'assiette et doivent être aménagés et végétalisés en pleine terre ou sur une épaisseur minimum de deux mètres de terre végétale en cas de construction en sous-sol.
- 2 - Lorsqu'un terrain d'assiette est non conforme à l'article UD 5.1 à la date d'approbation du PLU, les aménagements et les constructions peuvent être admis à condition : qu'ils ne diminuent pas la surface d'espace de pleine terre existante sur l'ensemble du terrain avant travaux et que les espaces libres après travaux soient aménagés et végétalisés.
- 3 - L'espace en interface entre la clôture sur rue et la construction participe également à la qualité de présentation de l'espace public de la ville. Il doit être planté d'arbres de haute tige d'espèces variées, notamment de feuillus.
- 4 - Les arbres de haute tige existants sont maintenus ou, en cas d'impossibilité obligatoirement remplacés par des arbres de haute tige, en nombre au moins équivalent.
- 5 - Les aires de stationnement à l'air libre doivent être plantées à raison d'un arbre pour quatre emplacements selon une composition paysagère adaptée au site.

#### **Article UD 6 – Implantation des constructions par rapport aux emprises publiques et aux voies ouvertes à la circulation publique**

- 1 - Le long des linéaires de gabarit figurant aux documents graphiques du règlement, les constructions doivent être implantées sur le linéaire de gabarit dans une bande de 18 mètres à compter du linéaire de gabarit (sans objet).
- 2 - En l'absence de linéaires de gabarit, les constructions doivent être implantées en recul de l'alignement existant ou futur des voies d'une distance au moins égale à 4 mètres.
- 3 - Lorsqu'une marge de recul est indiquée aux documents graphiques du règlement, les constructions doivent être implantées au-delà des marges de recul.

#### **Article UD 7 – Implantation des constructions par rapport aux limites séparatives**

- 1 - La distance comptée horizontalement de tout point de la construction au point de la limite séparative la plus rapprochée doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points, sans être inférieure à 4 mètres.
- 2 - Toutefois, les constructions peuvent être implantées contre les limites séparatives à condition que :
  - α la hauteur au faîtage de la construction ne dépasse pas 4 mètres dans une bande de 4 mètres par rapport à la limite séparative

ou

α un bâtiment existant soit déjà implanté sur la limite séparative de la propriété contigüe ; dans ce cas, la hauteur de la construction nouvelle en limite séparative ne peut excéder la hauteur maximale de la construction existante contigüe, ni dépasser la hauteur maximale définie à l'article UD 10.

### **Article UD 8 – Implantation des constructions les unes par rapport aux autres sur une même propriété**

La distance comptée horizontalement entre tout point des constructions sur une même unité foncière doit être au moins égale à la moitié de la différence d'altitude entre ces deux points, sans être inférieure à 4 mètres.

### **Article UD 9 – Emprise au sol**

Non réglementée.

### **Article UD 10 – Hauteur**

1 - La hauteur des constructions se mesure à partir du niveau du terrain naturel en tout point de la construction. La hauteur de façade HF est mesurée jusqu'à l'égout de toiture ou jusqu'au sommet de l'acrotère.

2 - Dans la bande définie à l'article UD 6.1, la hauteur des constructions ne peut excéder une hauteur maximale HF de 10 mètres pour les constructions implantées le long des linéaires de gabarit de 10 mètres figurant aux documents graphiques du règlement.

3 - En l'absence de linéaire de gabarit, la hauteur des constructions ne peut excéder 10 mètres à l'égout de toiture ou au sommet de l'acrotère, sauf prescriptions graphiques de hauteur HF spécifiques indiquées sur les documents graphiques du règlement.

4 - Dans le secteur UDh, la hauteur maximale HF des constructions ne peut excéder 7 mètres.

### **Article UD 11 – Aspect extérieur**

#### **1 - Dispositions générales**

Toute construction doit présenter un projet architectural dans une composition urbaine et paysagère participant à la mise en valeur des qualités du tissu urbain dans lequel elle s'insère.

#### **2 - Adaptation au contexte**

Les projets doivent être adaptés à la topographie du terrain, à son orientation, aux lignes de force du paysage, à sa situation par rapport aux voies de desserte.

#### **3 - Interventions sur constructions existantes et extensions**

Dès lors qu'une construction présente un intérêt architectural au regard notamment de son ancienneté, des matériaux et colorations mis en œuvre, de la composition de sa façade, de son ordonnancement, tous les travaux à réaliser y compris les ravalements, doivent préserver son identité architecturale.

Ces dispositions ne font pas obstacle à la réalisation d'extensions de conception architecturale contemporaine.

#### **4 - Constructions nouvelles**

##### **4-1 Façades**

Les tonalités moyennes et sombres sont privilégiées.

##### **5 - Couvertures**

Les toitures composent la cinquième façade du bâtiment ; elles doivent être traitées avec le même soin que les façades principales. La pente de toiture est comprise entre 0 et 35 % en fonction du matériau utilisé. La pente des toitures en tuiles creuses de terre cuite est comprise entre 25 et 35 %. Les volumes de toiture faisant appel à des formes différentes sont autorisés s'ils participent à la composition architecturale du projet. Les châssis de toiture, verrières et dispositifs de production d'énergie renouvelable doivent s'inscrire dans la composition générale de la façade et de la toiture (axialité, superposition, éléments de composition, modénatures, etc.).

#### 6.- Matériaux

L'emploi à nu en parements extérieurs de matériaux de remplissage ou fabriqués en vue d'être recouverts d'un enduit est interdit, sauf si ces matériaux s'intègrent dans un projet architectural d'ensemble. L'emploi de matériaux d'imitation est interdit.

#### 7.- Locaux et équipements techniques

L'impact visuel de l'enveloppe des éléments techniques doit être limité et s'inscrire dans le volume autorisé. Seules les descentes d'eau pluviale sont autorisées en façade. Toutes les fonctions de ventilation, climatisation ou autres dispositifs techniques sont installés à l'intérieur de la construction. Les organes techniques qui doivent rester apparents sont conçus et dessinés pour participer à la composition architecturale du projet. Tout lieu de stockage à l'air libre est intégré au projet par un traitement paysager.

#### 8.- Devantures commerciales et enseignes

Sans objet.

#### 9.- Clôtures

Les murs de soutènement, comme les clôtures, participent de l'identité paysagère de la ville. Ils doivent être réalisés en pierre de pays. La hauteur de la clôture est appréciée par rapport à la voie publique ou privée, à l'espace public, à la composition de la parcelle et du projet. Sur les linéaires importants, la clôture peut être constituée d'une haie végétale composée d'essences variées, éventuellement doublée d'un grillage de maille moyenne 15/20 sur piquet bois ou acier. Le portail est réalisé en bois, fer ou acier, il est de facture simple et unitaire. Les portails sont alignés à la hauteur d'arase du mur de clôture. Ils sont d'une teinte unique et sombre.

### **Article UD 12 – Stationnement**

1 - Le stationnement des véhicules doit être assuré en dehors des voies publiques sur les emplacements prévus à cet effet sur le terrain d'assiette des constructions ou aménagements envisagés. Les aires de stationnement pour les véhicules motorisés peuvent être réalisées dans l'environnement immédiat du terrain d'assiette. Les zones de manœuvre doivent être indépendantes des voies publiques.

2 - En cas de transformation, de changement de destination ou d'extension de bâtiments existants, seule la différence entre le nombre de places nécessaires au projet et celui correspondant aux places théoriquement existantes peut être exigée selon les quotas définis pour chaque catégorie de destination.

3 - Lorsqu'il n'est pas imposé de quota d'aires de stationnement pour certaines destinations, le stationnement des véhicules et des deux-roues doit correspondre aux besoins des constructions et installations nouvelles.

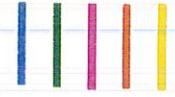
4 - Lorsqu'il est imposé la réalisation d'un quota d'aires de stationnement, la dimension à respecter pour le stationnement des véhicules est de minimum 2,20 mètres x 5 mètres par place.

# Ecole maternelle d'INGEDUC PLAN DE MASSE EXISTANT

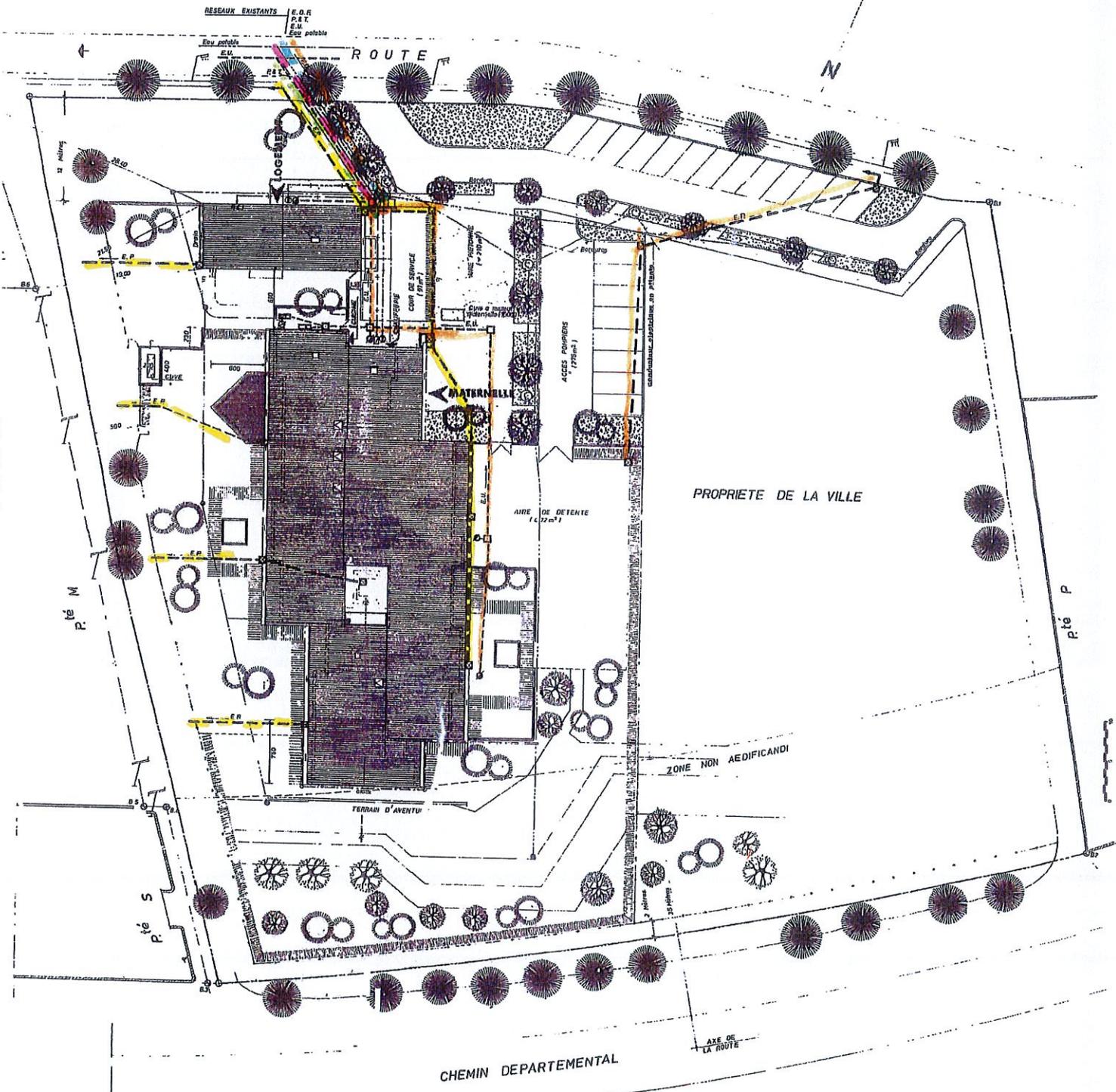
éch. : 1/500<sup>ème</sup>

- Réseau d'eau potable
- EDF / GDF
- TELECOM / Très Haut Débit
- Réseau d'Eau Usée
- Réseau d'Eau Pluviale

LEGENDE :



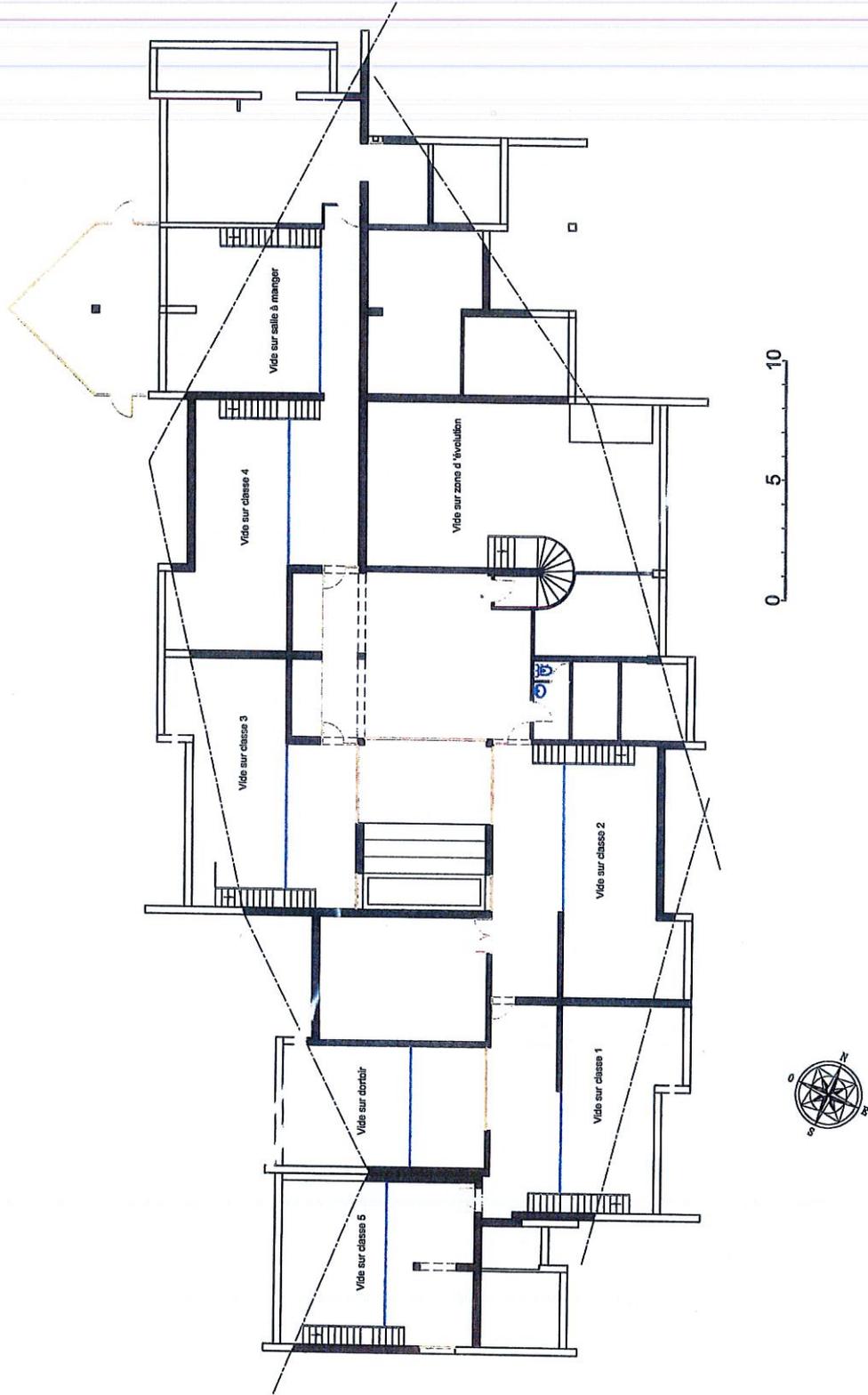
PLAN 1





# PLAN 3

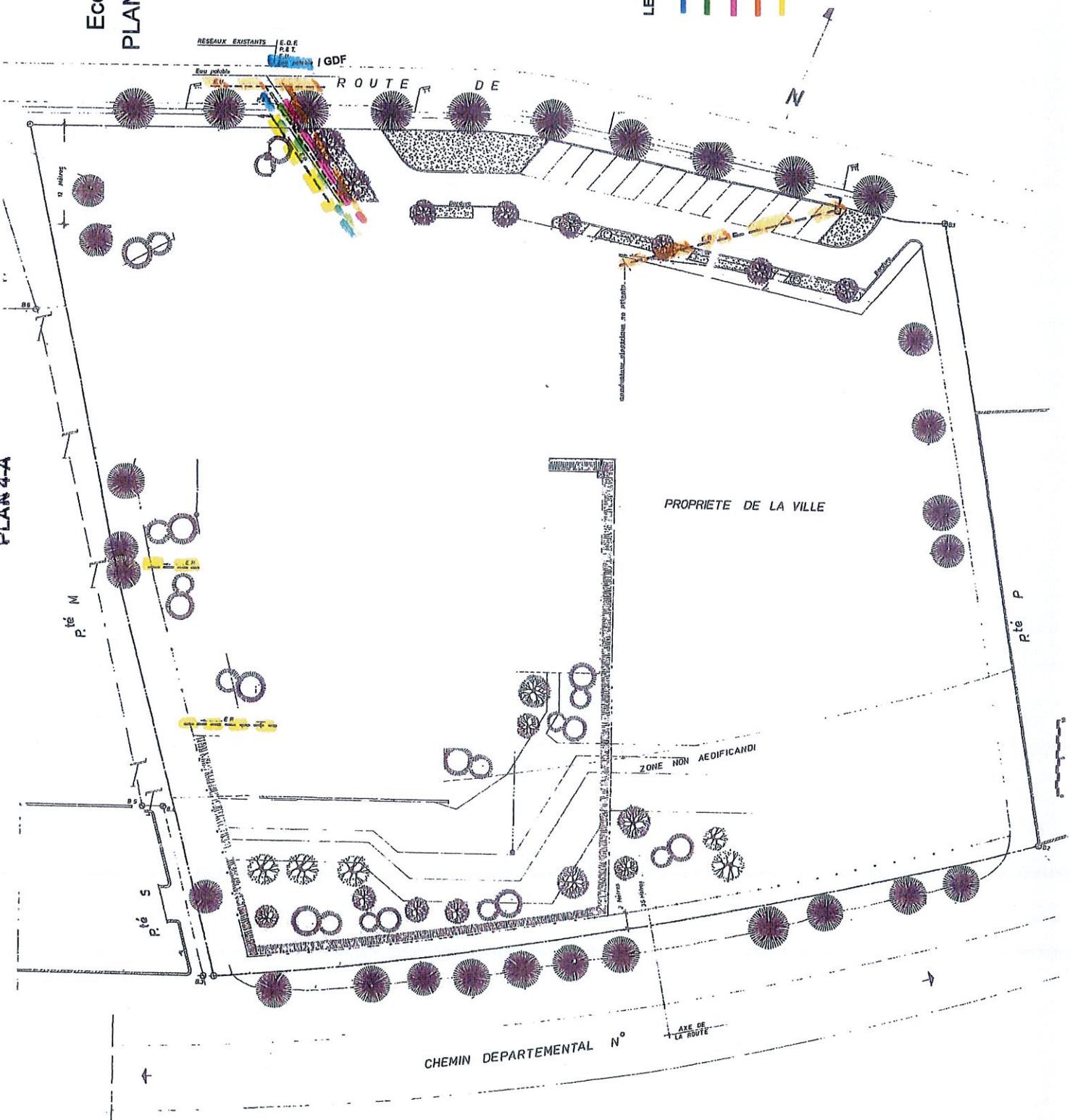
## Plan de l'existant de l'étage de l'école maternelle d'INGEDUC



Ecole maternelle d'INGEDUC  
 PLAN DU PROJET DE L'EMPRIS

éch. : 1/500<sup>ème</sup>

PLAN 4-A



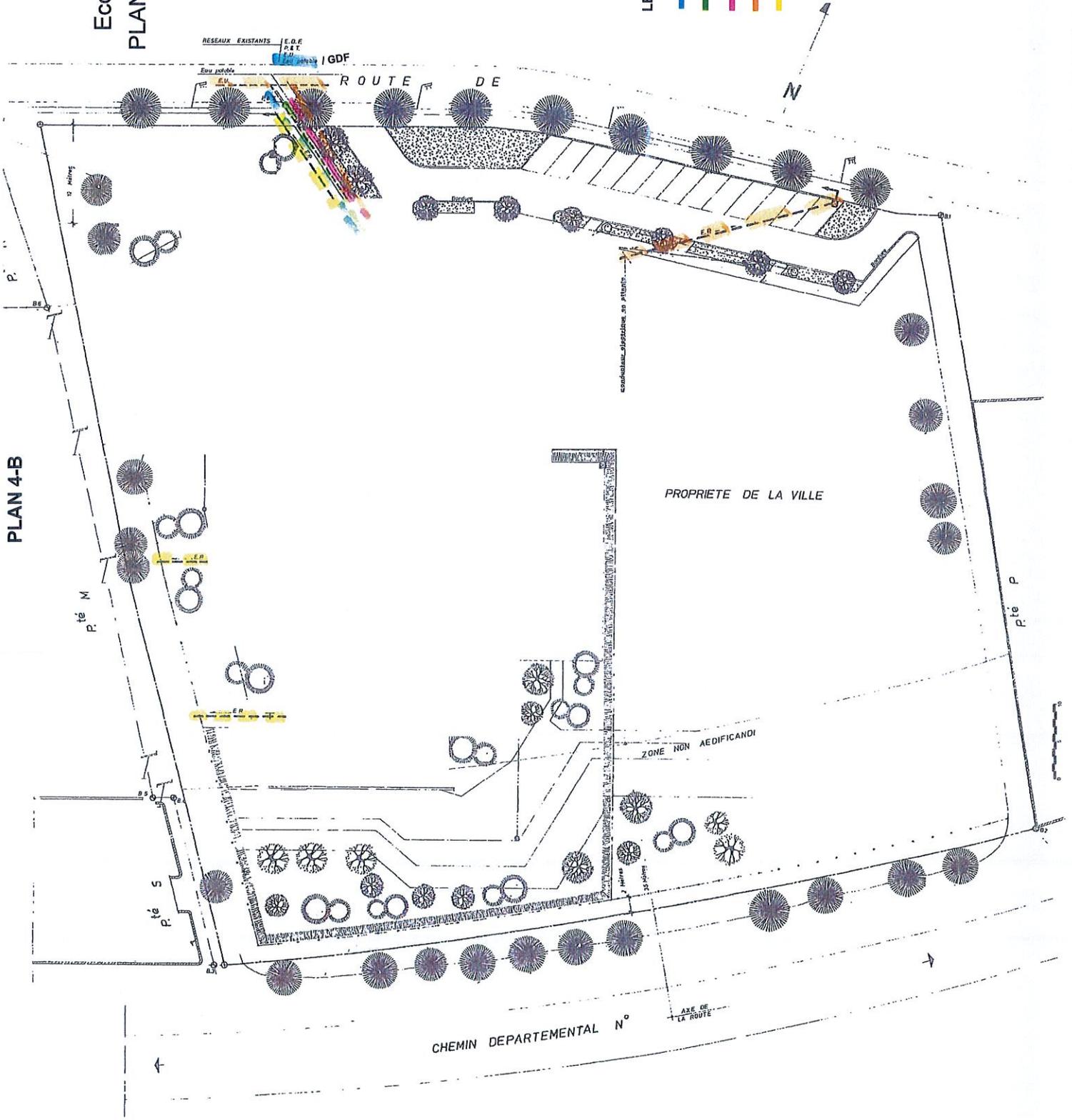
- LEGENDE :
- Réseau d'Eau Potable
  - EDF / GDF
  - TELECOM / Très Haut Débit
  - Réseau d'Eau Usée
  - Réseau d'Eau Pluviale

Ecole maternelle d'INGEDUC  
 PLAN DU PROJET DE L'EMPRIS

éch. : 1/500<sup>ème</sup>

PLAN 4-B

- LEGENDE :
- Réseau d'Eau Potable
  - EDF / GDF
  - TELECOM / Très Haut Débit
  - Réseau d'Eau Usée
  - Réseau d'Eau Pluviale

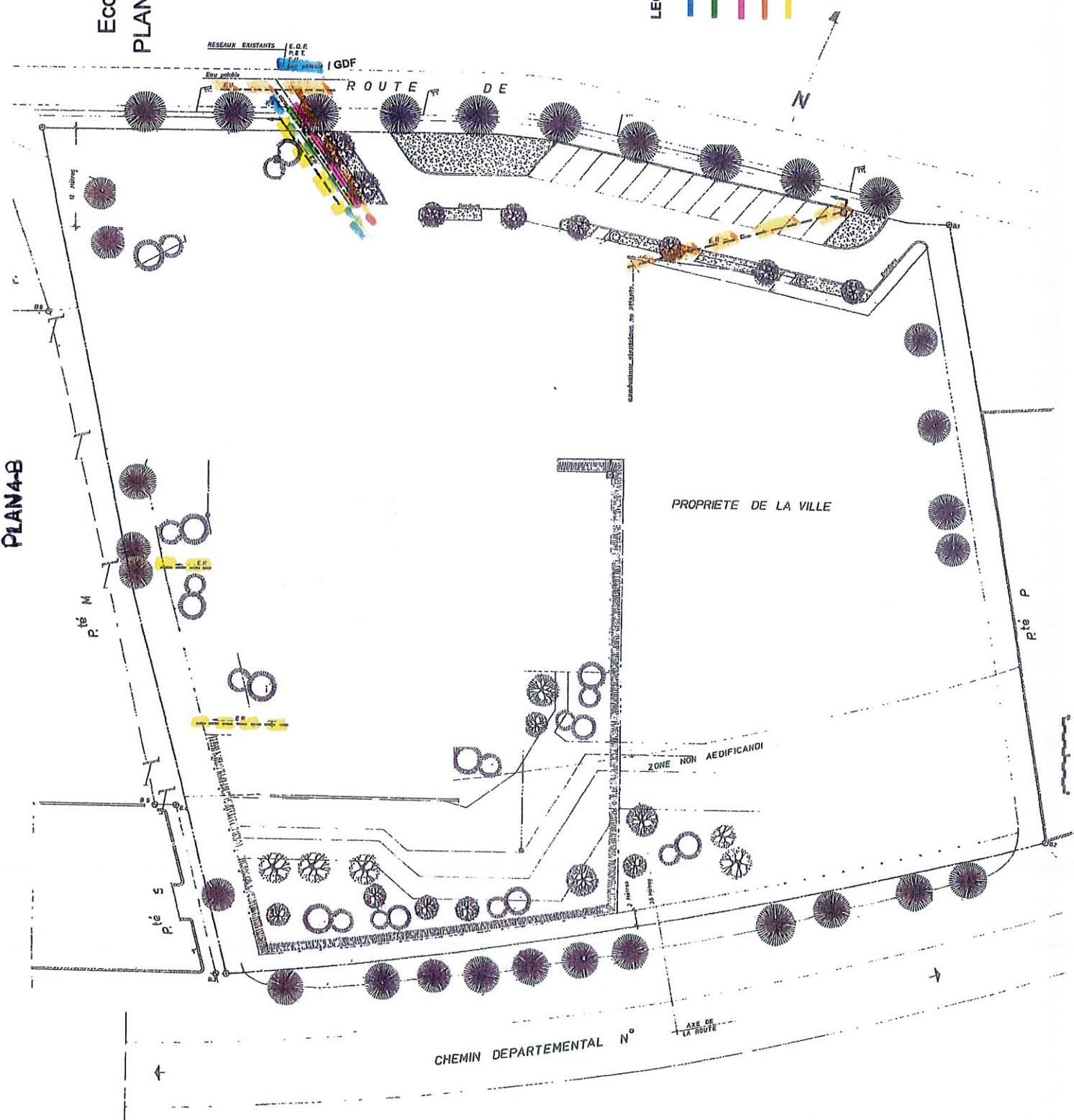




Ecole maternelle d'INGEDUC  
 PLAN DU PROJET DE L'EMPRIS

éch. : 1/500<sup>ème</sup>

PLAN 4-B



- LEGENDE :
- Réseau d'Eau Potable
  - EDF / GDF
  - TELECOM / Très Haut Débit
  - Réseau d'Eau Usée
  - Réseau d'Eau Pluviale