

# PROJET DE FAT



---

## MISE EN PLACE D'UNE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE PAR CAPTEURS SOLAIRES - Application à l'école maternelle Vxxxxx Hxxx -

---

Exxxx Sxxxxxx  
Technicien supérieur territorial

Direction des services techniques  
Pxxx Sxxxxxxx ixxxxxxx et cxxxxxxx,  
Batiments, architecture.

FAT Promotion xx-xx-xx

Octobre 2006

## SOMMAIRE

<b><u>REMERCIEMENTS</u></b> .....	<b>Page 3</b>
<b><u>INTRODUCTION</u></b> .....	<b>Page 4</b>
<b><u>1- PRESENTATION</u></b> .....	<b>Page 5</b>
1.1- Présentation de la CXXXX .....	page 5
1.2- Présentation de la Ville de Mxxxxxxx .....	page 7
1.3- Présentation du service Architecture .....	page 11
1.4- Présentation de mon poste .....	page 13
<b><u>2- L'ENERGIE SOLAIRE</u></b> .....	<b>Page 15</b>
2.1- Pourquoi l'énergie solaire ? .....	page 15
2.2- Potentiel solaire des bâtiments communaux de la ville de Mxxxxxxx .....	page 17
<b><u>3- PRODUCTION SOLAIRE D'EAU CHAUDE SANITAIRE DANS L'ECOLE MATERNELLE VXXXX HXXX</u></b> .....	<b>Page 19</b>
3.1- Présentation du projet .....	page 19
3.2- Pré-diagnostic solaire .....	page 23
3.3- Etude technique .....	page 26
<b><u>CONCLUSION</u></b> .....	<b>page 29</b>
<b><u>GLOSSAIRE</u></b> .....	<b>Page 30</b>
<b><u>ANNEXES</u></b> .....	<b>Page 31</b>

## **REMERCIEMENTS**

Je remercie les personnes qui ont joué un rôle dans l'élaboration et la rédaction de ce document, c'est-à-dire mes collègues du service d'architecture, ma hiérarchie qui m'a permis de me consacrer à ma formation, le service informatique pour leur prêt de matériels, les différents services intervenant dans ce projet et Gérard NXXXX pour la mise en forme du document.

## INTRODUCTION

Sensibilisée à la protection de l'environnement, la France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre en respectant le protocole de Kyoto de 1997. Dans ce contexte ma collectivité s'oriente progressivement vers une politique de développement durable<sup>1</sup>.

Tout d'abord je vais décrire, de façon générale, la collectivité pour laquelle je travaille, à savoir la Communauté d'Agglomération Mxxxxxxx Sud Alsace ( CXXXX ) et la ville de Mxxxxxxx. Je vais également développer mon rôle au sein du service Architecture et dans quelles mesures je suis amené à intervenir durant les projets de constructions neuves et d'agrandissements, intégrant des installations de chauffage limitant les rejets de gaz à effet de serre<sup>2</sup>.

Dans un second temps je vais développer l'intérêt de l'utilisation de l'énergie solaire pour chauffer l'eau chaude sanitaire notamment dans les bâtiments communaux de la ville de Mxxxxxxx. Utiliser l'énergie solaire pour chauffer l'eau chaude sanitaire est une idée qui paraît d'une logique implacable. Le principe des chauffe-eau solaires est simple et la technologie est aujourd'hui fiable et éprouvée. Non polluante et inépuisable, l'énergie solaire permet de respecter l'environnement et de préserver les ressources énergétiques.

Et pour finir, à titre d'exemple, je vais vous décrire de quelle manière j'ai effectué l'étude technique de la mise en place de capteurs solaires pour la production d'eau chaude sanitaire de l'école maternelle Vxxxxx Hxxx dans le cadre du projet « Bxxxxxxxxxxx quartier durable ».

---

<sup>1</sup> Développement durable : Voir glossaire page n° 30

<sup>2</sup> Gaz à effet de serre : Voir glossaire page n° 30

## 1- PRESENTATION

### 1.1- Présentation de la CXXXX :

La Communauté d'Agglomération Mxxxxxxx Sxx Axxxxx (CXXXX) est un établissement public de coopération intercommunale (E.P.C.I).

#### **1.1.1- Historique**

Elle a été créée en décembre 2000 pour exercer à la place des communes membres, un certain nombre de compétences. La CXXXX emploie à ce jour 1026 personnes.

#### **1.1.2- Les communes faisant partie de la CXXXX**

La CXXXX est composée de 16 communes de l'agglomération mulhousienne, elle compte au total 172 561 habitants, suivant le tableau ci-dessous :

xxxxxxx	1 072	xxxxxxx	2 292
xxxxxxx	3 579	xxxxxxx	1 648
xxxxxxx	1 780	xxxxxxx	3 374
xxxxxxx	917	xxxxxxx	2 692
xxxxxxx	12 098	xxxxxxx	3 584
xxxxxxx	5 669	xxxxxxx	1 648
xxxxxxx	2 661	xxxxxxx	15 159
xxxxxxx	112 002	xxxxxxx	2 386
<b>Total habitants</b>			<b>172 561</b>

#### **1.1.3- La CXXXX est administrée par :**

- Le Conseil d'Agglomération : Il a le même rôle que le conseil municipal pour la mise en œuvre des compétences déléguées à la CXXXX par les communes ainsi que dans la gestion du personnel communautaire.
- Le Président : Il est l'organe exécutif de la CXXXX en lien avec le Vice-Président, ainsi que le chef hiérarchique de l'ensemble du personnel communautaire.



Siège de la CXXXX, rue Pierre et Marie Curie.

#### **1.1.4- Direction de la CXXXX**

Une direction générale unique, composée du directeur général des services et de directeurs généraux adjoints, veille à la mise en application des orientations décidées par :

- Le maire, les adjoints et le conseil municipal pour la ville de Mxxxxxxx.
- Le Président, les vice-présidents et le conseil d'agglomération pour la CXXXX.

#### **1.1.5- Le Conseil d'Agglomération**

Le Conseil d'Agglomération compte 36 membres :

- Le Président : M. xxxxxxxx
- Le Président délégué : M. xxxxxxxx
- 24 Vices-Présidents
- 10 Assesseurs

### **1.1.6- Les compétences de la CXXXX :**

- Développement économique.
- Aménagement de l'espace communautaire.
- Equilibre social de l'habitat sur le territoire communautaire.
- Politique de la ville dans la communauté.
- Assainissement.
- Construction, aménagement, entretien et gestion d'équipement culturel, sportifs, touristiques et environnementaux, scolaires et universitaires d'intérêt communautaire.
- Réalisation et gestion d'aménagements urbains d'intérêt communautaire.
- Petite enfance.
- Périscolaire pré-élémentaire et élémentaire.
- Tourisme.
- Réalisation, gestion et animation des équipements nautiques des piscines et des patinoires sur le territoire communautaire.
- Organisation et gestion d'un service itinérant de lecture publique.
- Personnes âgées : maintien à domicile et dispositifs d'information et d'orientation.
- Dispositifs d'intérêt communautaire de traitement de la délinquance et de sécurité.

### **1.2- Présentation de la Ville de Mxxxxxxx :**

La Ville de Mxxxxxxx est une collectivité territoriale.

#### **1.2.1- Historique :**

Mxxxxxxx, mentionnée pour la première fois en 803 s'est construite sur un site souvent inondé dont elle tire parti pour lancer sa première activité économique : l'installation d'un moulin, qui lui donne son nom "xxxxxxx" et dont la roue symbolise aujourd'hui encore la ville. La ville de Mxxxxxxx emploie à ce jour 1511 personnes.

#### **1.2.2- Données démographiques :**

Sa population avoisine les 112 000 habitants (chiffres 1999) provenant d'horizons très différents (Portugal, Italie, Espagne, Pologne, Maghreb, Pays d'Afrique centrale, Turquie, Pays de l'Est...)

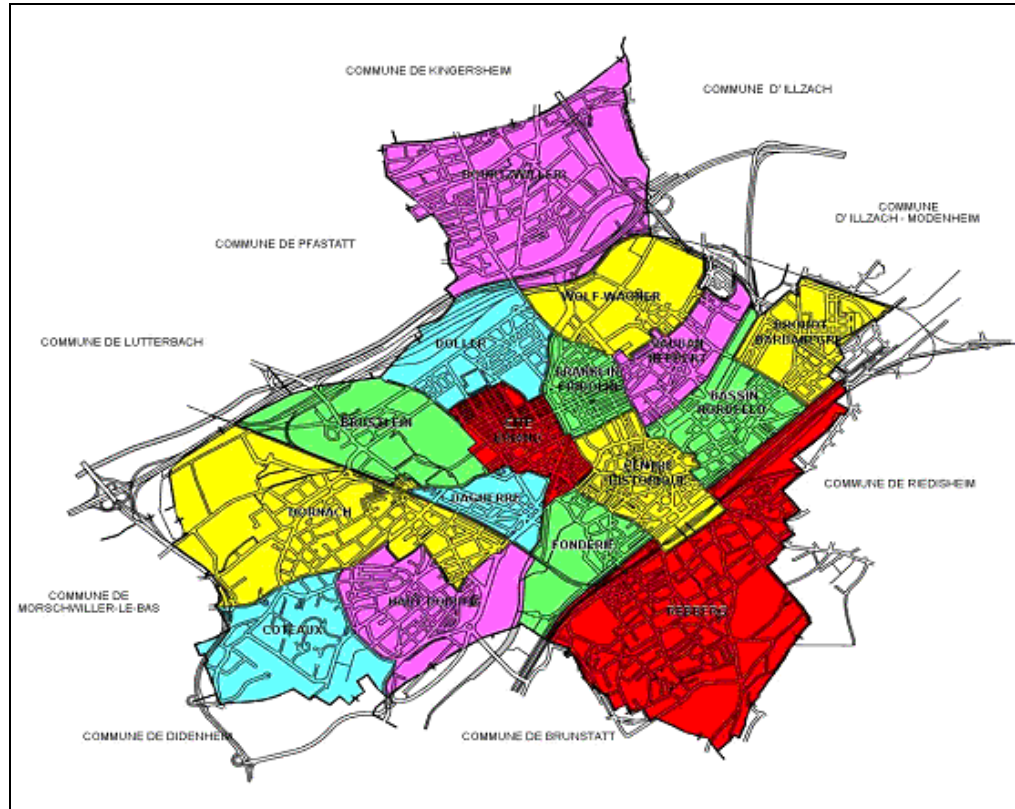
Sa superficie représente près de 2240 hectares et son altitude moyenne est de 240.00 mètres.

La densité à Mxxxxxxx compte 5 000 habitants/Km<sup>2</sup>.



### 1.2.3- Conseils de quartier

La ville se compose d'un hyper-centre dit "Centre Historique" autour duquel s'articulent 15 quartiers périphériques.



Découpage de la ville de Mxxxxxxx en 16 quartiers.

En vue de centraliser et de répondre aux différentes demandes des administrés, le conseil municipal a voté la création de 16 conseils de quartiers.

Chaque conseil de quartier dispose d'un responsable en relation avec l'ensemble des services de la ville, il s'agit pour chaque conseil d'un adjoint au maire ou encore d'un conseiller municipal.

Afin de répondre aux demandes des administrés, les 16 conseils de quartier disposent également de 665 conseillers présents sur le terrain, de 30 commissions de travail thématique et d'un budget d'un montant de 230 000 € pour réaliser des travaux relatifs à des demandes émanant des conseils de quartier.

### 1.2.4- La ville de Mxxxxxxx est administrée par :

- Le Conseil Municipal : il s'agit de l'assemblée élue qui règle par ses délibérations les différentes affaires de la commune. Dans le domaine du personnel municipal, il crée et supprime les emplois et fixe les conditions de gestion des services municipaux.
- Le Maire : il est l'organe exécutif de la ville, conjointement avec les adjoints auxquels il peut déléguer une partie de ses attributions. Il est le chef hiérarchique de l'ensemble du personnel municipal, il nomme et révoque les agents conformément aux emplois créés par le Conseil Municipal.





Mairie de Mxxxxxxx, rue Pierre et Marie Curie.

### **1.2.5- Le Conseil Municipal**

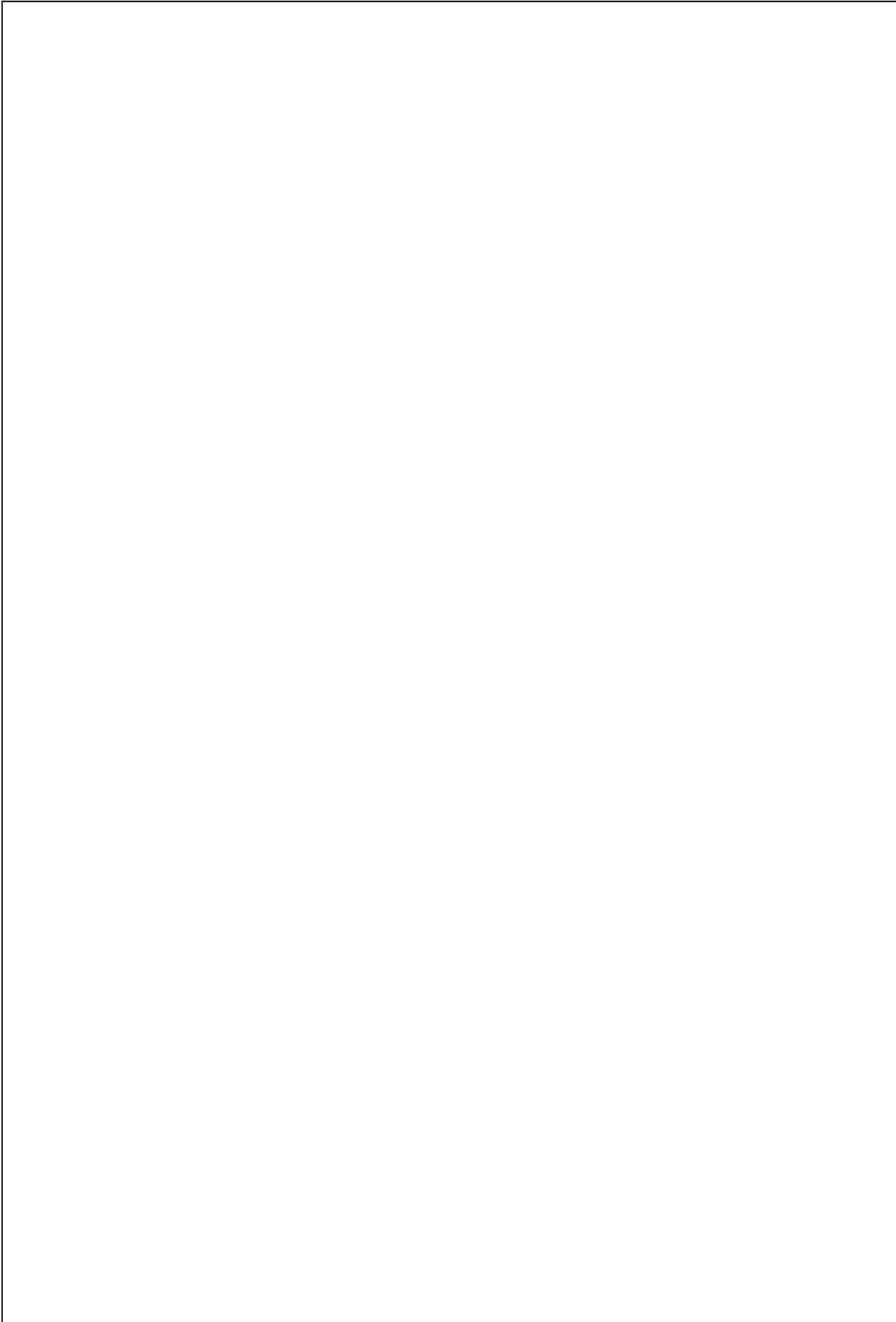
Le Conseil Municipal compte 55 membres :

- Le Sénateur-Maire : M. xxxxxxx
- 15 Adjoints
- 25 Conseillers Municipaux Délégués
- 14 Conseillers Municipaux

### **1.2.6- Organigramme des services administratifs et techniques**

Il s'agit d'un organigramme commun à la ville de Mxxxxxxx et à la Communauté d'Agglomération Mxxxxxxx Sud Alsace (CXXXX), il a été élaboré au mois de septembre 2005 en intégrant une distinction entre trois types de services :

- Les services mutualisés : il s'agit de services fonctionnels dont les activités concernent à la fois la Ville de Mxxxxxxx et la CXXXX  
( Ex :Le service des ressources humaines réalise les recrutements d'agents pour la Ville et pour la CXXXX. )
- Les services communautaires : les compétences mises en œuvre par ces services sont exercées par la CXXXX et concernent toutes les communes ayant rejoint la communauté d'agglomération.  
( Ex :le service propreté urbaine - parc auto ( P.U.P.A ) entretien les rues et les véhicules de toutes les villes et villages membres de la CXXXX. )
- Les services municipaux : les compétences mises en œuvre par ces services restent municipales  
( Ex : Etat civil )



### **1.3- Présentation du service Architecture :**

Le service architecture est rattaché à la 2<sup>ème</sup> direction - Services Techniques - Pôle services industriels et commerciaux, bâtiments.

La direction de ce Service est assurée par M. xxxxxxx, Architecte en Chef.



Service Architecture, rue de Pfästätt

La mission principale de ce service est d'assurer la maintenance du patrimoine bâti de la ville de Mxxxxxxx et de la CXXXX.

En terme de chiffres, le patrimoine bâti à notre charge représente environs 500 bâtiments de tout type. Cependant depuis la mutualisation de notre service en 2002 le nombre de bâtiments à notre charge augmente de façon significative.

*Le Service Architecture est divisé en 7 cellules comme suit :*

#### **1.3.1- La cellule 2210 - Administratif**

La cellule 2210 est dirigée par Mme xxxxxxx.

Cette cellule est composée de la façon suivante :

- Secrétariat / classement / archivage ( 2 personnes ) : Accueil, téléphone, gestion du courrier et classement non relatif à un marché, frappe de tout document.
- Comptabilité ( 2 personnes ) : Gestion des engagements et des pré-mandats, classement des commandes, factures et justificatifs de mise en concurrence.
- Marchés publics ( 4 personnes ) : Élaboration des pièces administratives de marchés de travaux et suivi des procédures, gestion des marchés publics

(ordres de services, avenants, mise en demeure, garantie ), contrôle du respect de la légalité des bons de commande et justificatifs de la mise en concurrence, contrôle des certificats de paiements.

- Gestion comptable et du personnel ( 1 personne ) : Suivi comptable des projets, gestion des rejets et observations du Trésorier payeur, saisie des factures, gestion des subventions, gestion des formations du personnel du service.

### **1.3.2- La cellule 2211 - Maintenance et Travaux neufs dans les écoles**

La cellule 2211 est dirigée par M. xxxxxxxx.

Cette cellule compte 4 techniciens, 3 agents de maîtrise et un dessinateur qui ont pour mission d'assurer la maintenance et les projets de travaux neufs dans l'ensemble des écoles maternelles et primaires de la ville de Mxxxxxxx.

### **1.3.3- La cellule 2212 - Maintenance et Travaux neufs dans les bâtiments villes et CXXXX**

La cellule 2212 est dirigée par Mlle xxxxxxxx.

Cette cellule compte 5 techniciens, 2 agents de maîtrise et un dessinateur qui ont pour mission d'assurer la maintenance et les projets de travaux neufs dans un patrimoine bâti qui se décompose comme suit :

- Équipements sportifs (gymnase, stades, piscines, patinoire...)
- Bâtiments culturels
- Bâtiments culturels
- Bâtiments à caractère social
- Crèches et centres de petite enfance
- Maisons de retraite

### **1.3.4- La cellule 2213 - Assistance à Maîtrise d'Ouvrage**

La cellule 2213 est dirigée par Mme xxxxxxxx.

Cette cellule compte 1 ingénieur, 1 technicien et 1 dessinateur. Comme le nom de la cellule l'indique leur mission consiste à assister le maître d'ouvrage (ville ou CXXXX) dans la construction de nouveaux bâtiments.

En concertation avec le chef de pôle, ils déterminent les besoins et élaborent un cahier des charges à destination d'Architectes et maîtres d'œuvres extérieures. C'est ensuite l'Architecte retenu à l'issue de l'appel d'offre qui fera exécuter les travaux.

### **1.3.5- La cellule 2214 - Equipements Sanitaires, Chauffage et Climatisation**

La cellule 2214 est dirigée par M. xxxxxxx.

Cette cellule compte 1 ingénieur, 4 techniciens, 2 agents de maîtrise et un dessinateur. Ils œuvrent en collaboration avec les cellules 2211, 2212 et 2216 pour traiter et prescrire tous les travaux propres à la climatisation, le chauffage et le sanitaire pour l'ensemble du patrimoine bâti.

### **1.3.6- La cellule 2215 - Equipements Electriques**

La cellule 2215 est dirigée par M. xxxxxxx.

Cette cellule compte 2 techniciens et 2 agents de maîtrise. Tout comme la cellule 2214, ils œuvrent en collaboration avec les cellules 2211, 2212 et 2216 pour traiter et prescrire tous les travaux propres à l'électricité pour l'ensemble du patrimoine bâti.

### **1.3.7- La cellule 2216 - Travaux neufs**

La cellule 2216 est dirigée par M. xxxxxxx

Cette cellule compte 3 techniciens et un dessinateur. Elle a été créée en 2003 afin de soulager la surcharge de travail des cellules 2211 et 2212. En effet depuis la mutualisation de notre service en 2002 le nombre de bâtiments à notre charge augmente de façon significative. Elle a donc les mêmes missions que les cellules 2211 et 2212 mais traite uniquement les projets neufs.

## **1.4- Présentation de mon poste :**

Technicien supérieur territorial sous l'autorité de Monsieur xxxxxxx, Ingénieur Principal responsable de la section 2214 Chauffage-Sanitaire, j'effectue les études des avant-projets et des projets neufs ou d'agrandissements. Je réalise les documents de consultation, prépare les budgets et suis les travaux. Par ailleurs, je réalise des travaux de maintenance du patrimoine.

Je gère donc les installations thermiques et sanitaires d'une soixantaine d'écoles maternelles et primaires, l'école de musique, l'école des beaux-arts et le centre funéraire pour le compte de la ville et des différentes communes de la CXXXX. Depuis 3 ans j'assure également le suivi de chantier de la plateforme chimique du xxxxxxx :





Une opportunité : Le projet xxxxxxx-Mxxxxxxx « Quartier durable » inclut la mise en place d'une production d'eau chaude sanitaire par capteurs solaires à l'école maternelle Vxxxx Hxxx. La section Chauffage-sanitaire du service Architecture a bien entendu été sollicitée pour étudier les travaux de sanitaire, chauffage, ventilation et solaire de ce projet. Ayant participé à un stage sur l'énergie solaire en début d'année, j'ai été désigné pour élaborer le dossier technique de consultation de ce projet.

## École maternelle Victor-Hugo

■ Le démarrage du lifting de l'école maternelle Victor-Hugo est prévu en janvier 2007. Au total, quelque 300 000 € sont consacrés au programme d'aménagement et d'agrandissement de l'établissement. L'actuelle classe passerelle va être transférée dans la nouvelle construction, comprenant un accueil, des sanitaires et une tisanerie. D'autre part, l'opération prévoit une production solaire d'eau chaude sanitaire pour l'école dans le cadre du projet "Bourzwiller quartier durable", l'aménage-

ment d'un local à vélos dans l'ancienne tisanerie. L'achèvement des travaux est prévu pour septembre 2007.



Article de L'Echo Mulhousien n°282, septembre 2006

Le dossier de consultation du lot n°11 Chauffage-Ventilation-Sanitaire-Solaire comprend :

- Un cahier des charges techniques et particulières ( CCTP )
- Un dossier quantitatif et estimatif ( DQE )
- Les plans élaborés en collaboration avec le dessinateur de notre section.

( Extrait du CCTP & DQE de la partie solaire en Annexe III, page 37 ).

## **2- L'ENERGIE SOLAIRE**

### **2.1- Pourquoi l'énergie solaire ?**

Utiliser le soleil pour chauffer l'eau sanitaire est une idée qui paraît d'une logique implacable. Le principe des chauffe-eau solaires est simple et la technique est aujourd'hui fiable et éprouvée. Non polluante et inépuisable à l'échelle humaine, l'énergie solaire permet de respecter l'environnement et de préserver la santé. Elle permet de préserver les ressources énergétiques, sans produire de déchets ni d'émissions polluantes, notamment du gaz carbonique. Au-delà des enjeux environnementaux et de l'impact sur la production de gaz à effet de serre, l'eau chaude représente une part non négligeable de la facture énergétique d'un bâtiment, qui peut être réduite grâce à l'utilisation de l'énergie solaire.

#### **2.1.1- Réglementation**

Sensibilisée à la protection de l'environnement, la France s'est engagée à réduire ses émissions de gaz à effet de serre en respectant le protocole de Kyoto de 1997.

La loi d'orientation du 13 juillet 2005, fixant les orientations de la politique énergétique de la France, prévoit des nouveaux objectifs à l'horizon 2010 :

- Augmentation de 50% d'énergie renouvelable thermique.
- Recommandation des énergies renouvelables dans les P.L.U.<sup>3</sup>
- Durcissement de la réglementation thermique.
- Affichage des performances des logements.
- Plan « Face Sud » dans le bâtiment doit permettre l'installation de 200 000 chauffe-eau solaires par an.
- Équiper 100 % des logements neufs en chauffe-eau solaire.
- Équiper ¼ du parc existant en 10 ans en chauffe-eau solaire.
- Etc....

La production solaire d'eau chaude sanitaire répond parfaitement aux exigences de la réglementation.

#### **2.1.2- Environnement**

Les énergies renouvelables présentent l'avantage de générer peu ou pas de gaz à effet de serre. Ce n'est pas le cas des énergies conventionnelles, gaz naturel, fioul domestique, charbon et électricité lorsque celle-ci est produite par des moyens polluants.

C'est pourquoi le choix de l'énergie solaire permet de réduire le recours aux énergies conventionnelles et par-là même de diminuer les émissions de CO<sub>2</sub>.

---

<sup>3</sup> P.L.U : Voir glossaire page n° 30



<b>EMISSIONS DE CO<sub>2</sub></b>	
Charbon	342
Fioul lourd	281
Fioul domestique	270
Gaz naturel	205
<b>Solaire</b>	<b>0</b>
Bois	0

### **2.1.3- Prix de l'énergie**

Le prix du gaz, du pétrole, du charbon et de l'électricité ne cesse d'augmenter. En effet, le prix du pétrole bat des records historiques et nous pourrions atteindre d'ici 10 ans le fameux "Pic de Hubert", ce moment à partir duquel la production de pétrole mondiale va commencer à baisser, faute de réserves. Face à cette évolution, un nombre croissant d'experts et d'économistes préconisent de monter le prix de toutes les énergies fossiles de 5 % à 10 % tous les ans, sans limite, afin de permettre à chaque consommateur ou producteur de s'organiser en intégrant progressivement ces surcoûts inévitables liés à la raréfaction accrue des énergies fossiles. Nous pourrions ainsi voir la taxe sur les produits pétroliers être multipliée par trois d'ici 15 ans, pour arriver à un prix de 3 euros le litre d'essence d'ici 2020.

Au contraire l'énergie solaire est gratuite. L'eau chaude représentant une part non négligeable de la facture énergétique d'un bâtiment, elle peut être réduite grâce à l'utilisation de chauffe eau solaire.

### **2.1.4- Partenaires et aides financières**

De nombreux partenaires et acteurs locaux s'associent à la CXXXX afin d'unir les compétences en solaire et les efforts de chacun :

- L'A.D.E.M.E., agence départementale pour la maîtrise de l'énergie.
- L'A.L.M.E., agence locale pour la maîtrise de l'énergie.
- L'U.H.A., Université de Haute Alsace.
- L'A.U.R.M., Agence d'Urbanisme de la Région Mulhousienne.
- L'A.S.P.A., Agence pour la surveillance et l'étude de la pollution atmosphérique en Alsace
- E.D.F-G.D.F.
- La Région Alsace
- Les associations, institutions et organismes divers...

Pour un chauffe-eau solaire collectif avec une productivité supérieure à 450kWh/m<sup>2</sup>/an, la CXXXX. peut recevoir les subventions suivantes :

Une subvention pour des études de faisabilité :

- 40 % financés par l'ADEME
- 40 % financés par la Région Alsace

Une subvention pour les investissements :

- ADEME : 250 €/m<sup>2</sup> de capteurs vitrés plafonnés à : 35 % pour les travaux réceptionnés en 2006, 25% en 2007, 15% en 2008 et 2009.
- Région Alsace : 30 % financés pour les travaux réceptionnés de 2006 à 2008, 20% en 2009.

( Détails des subventions visibles en Annexe I, page n°31 )

### 2.1.5- Politique de la ville

La CXXXX s'oriente progressivement vers une politique de développement durable. Cela s'est notamment traduit par la mise en place d'un programme d'actions locales ( Agenda 21 local<sup>4</sup> ).

Dans cet esprit la ville de Mxxxxxxx étudie actuellement l'évolution du quartier Bourtzwiller à Mxxxxxxx. L'ambition principale du projet est d'explorer les solutions pour aboutir à un « quartier durable ».

( Détails du programme « Quartier durable » en Annexe II, page n°3 ).

## 2.2- Potentiel solaire des bâtiments communaux de la ville de Mxxxxxxx

### 2.2.1- Gisement solaire

Contrairement aux idées reçues, avec une irradiation globale moyenne annuelle de 3,3 kWh/jour/m<sup>2</sup>, la ville de Mxxxxxxx bénéficie d'un ensoleillement qui ne démerite pas en comparaison aux villes du sud de la France.

Ordres de grandeur :

- 1 m<sup>2</sup> de capteur pour 50 litres d'ECS à Mxxxxxxx.
- 1 m<sup>2</sup> de capteur pour 70 litres d'ECS à Marseille.



Carte de France de l'ensoleillement

<sup>4</sup> Agenda 21 : Voir glossaire page n° 30

### **2.2.2- Implantation des capteurs**

Les bâtiments communaux de la ville de Mxxxxxxx ont l'avantage de présenter des surfaces de toitures importantes et notamment des toitures terrasses facilitant la pose, l'orientation et l'inclinaison des capteurs solaires contrairement aux toitures inclinées. En effet, un capteur solaire obtient son meilleur rendement lorsqu'il est orienté et incliné suivant des règles précises.

Pour une utilisation annuelle, la règle générale est la suivante :

- Inclinaison = Latitude + 10°
- On accroît l'inclinaison de + 15° pour un emploi essentiellement hivernal.
- Symétriquement, on réduit de 15° pour une utilisation d'été.

L'orientation préférentielle est le Sud, avec une tolérance possible d'environ 15 ° vers l'Est ou l'Ouest. Au delà, les baisses de performances peuvent devenir importantes.

### **2.2.3- Consommation d'eau chaude sanitaire**

Plus la consommation d'eau chaude sanitaire est importante, plus le potentiel d'économie à réaliser est important en utilisant un chauffe-eau solaire.

On peut classer les bâtiments de la ville de Mxxxxxxx en fonction de leur consommation d'eau chaude sanitaire et, donc, leur potentiel d'économie solaire :

- Les écoles maternelles et primaires : Consommation d'ECS moyenne pour le nettoyage des locaux, l'alimentation de la cantine et des sanitaires.
- Les gymnases : Consommation d'ECS importante pour l'alimentation des sanitaires et des douches.
- Les piscines : Consommation d'ECS importante pour le nettoyage des locaux, des sanitaires et des douches. Le système peut être couplé au chauffage de l'eau de la piscine.
- Le centre funéraire : Consommation d'ECS importante pour le nettoyage des locaux d'autopsie et des corps, l'alimentation des douches ouvriers et des sanitaires.
- Les autres bâtiments communaux sont à examiner au cas par cas en fonction de leur consommation réelle.

### **3- PRODUCTION SOLAIRE D'EAU CHAUDE SANITAIRE DANS L'ECOLE MATERNELLE VXXXX HXXX**

#### **3.1- Présentation du projet**

Mon projet porte sur la mise en place de capteurs solaires pour la production d'eau chaude sanitaire de l'école maternelle Vxxxxx Hxxx dans le cadre du projet « Bxxxxxxxxxxxx quartier durable ».

##### **3.1.1- Ecole maternelle Vxxxxx Hxxx avant travaux**



Vue générale de l'école maternelle Vxxxx Hxxx

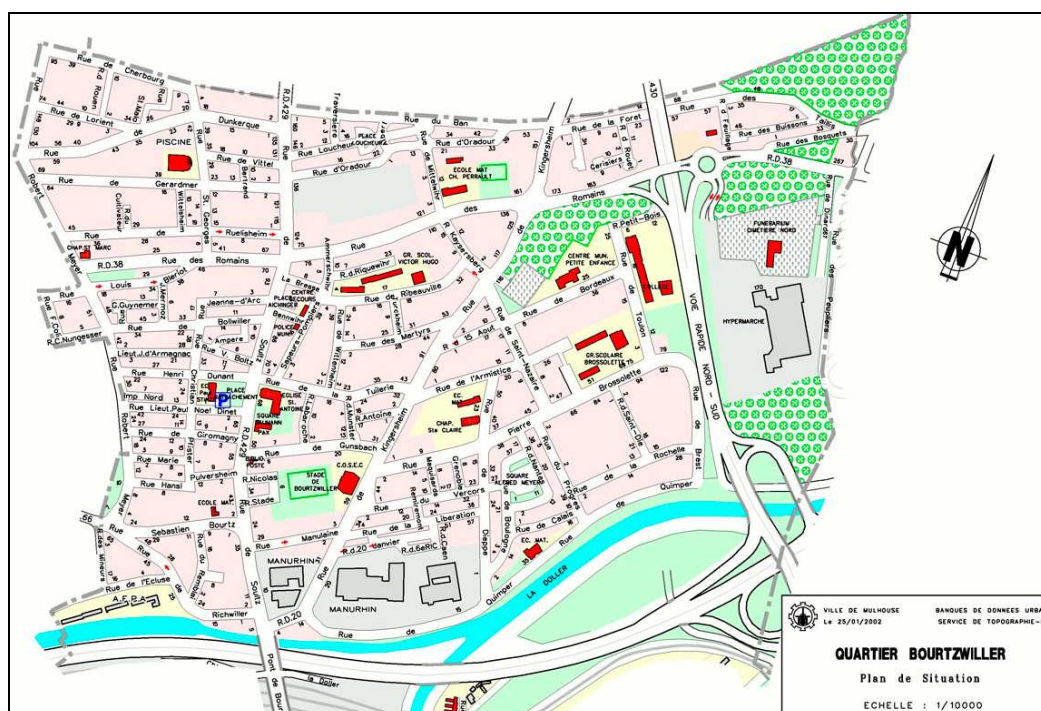


Ancienne classe passerelle



Ancien sanitaires

### 3.1.2- Localisation



### 3.1.3- Locaux actuels :

- 3 Salles de Classes dont une dans le bâtiment préfabriqué
- 1 Salle de Classe passerelle avec accueil, repos et sanitaires
- 1 Salle de jeux
- 1 bureau
- 1 BCD avec Salle de repos
- 1 Tisanerie
- 1 Salle de propreté et accès aux classes
- 1 Entrée accueil

### 3.1.4- Programme de l'opération :

- Transfert de l'actuelle structure passerelle installée dans l'école vers la nouvelle construction avec, accueil, sanitaires et tisanerie
- Suppression du bâtiment préfabriqué par réaffectation des locaux libérés par la classe passerelle
- Aménagement d'un local vélo dans l'ancien local tisanerie
- Aménagement d'un WC PMR<sup>5</sup>
- Mise en place d'une production d'eau chaude sanitaire par capteurs solaires

### 3.1.5- Montant de l'opération :

300 000 €TTC

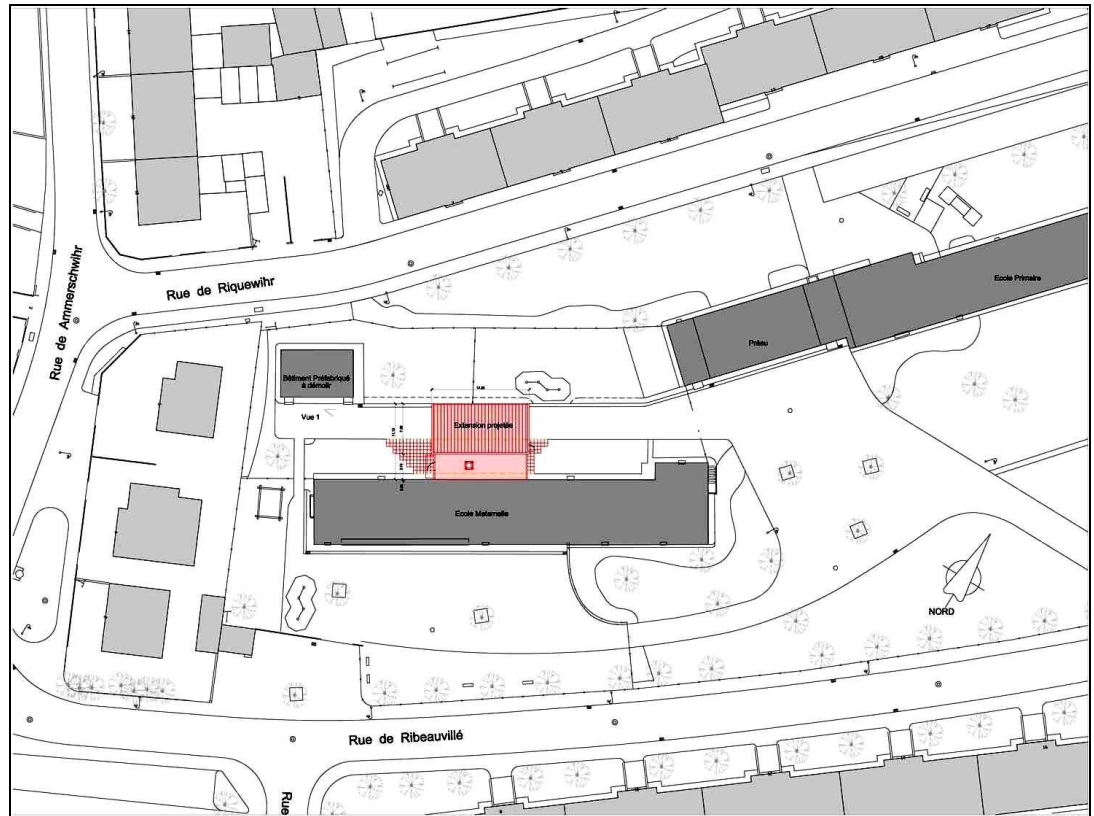
<sup>5</sup> P.M.R. : Personne à mobilité réduite.



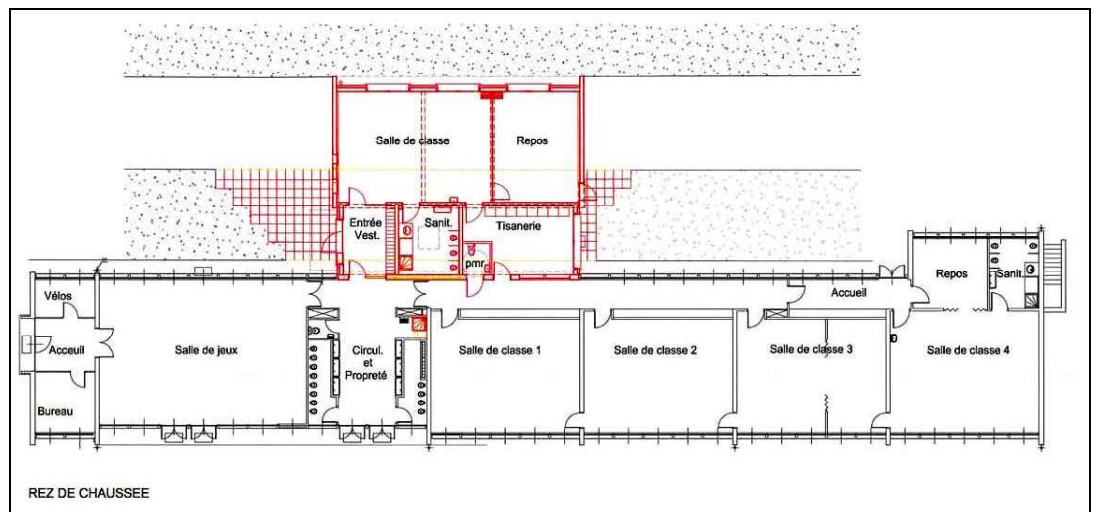
### 3.1.6- Planning de l'opération :

Consultation des Entreprises :	Septembre 2006
Préparation de chantier	Décembre 2006
Démarrage des travaux :	Janvier 2007
ACHÈVEMENT PRÉVISIONNEL :	Septembre 2007

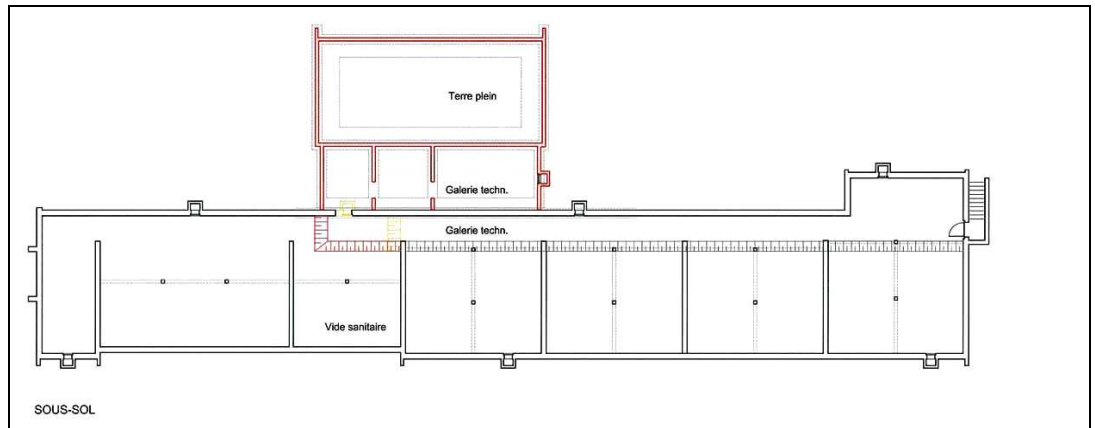
### 3.1.7- Plan de masse :



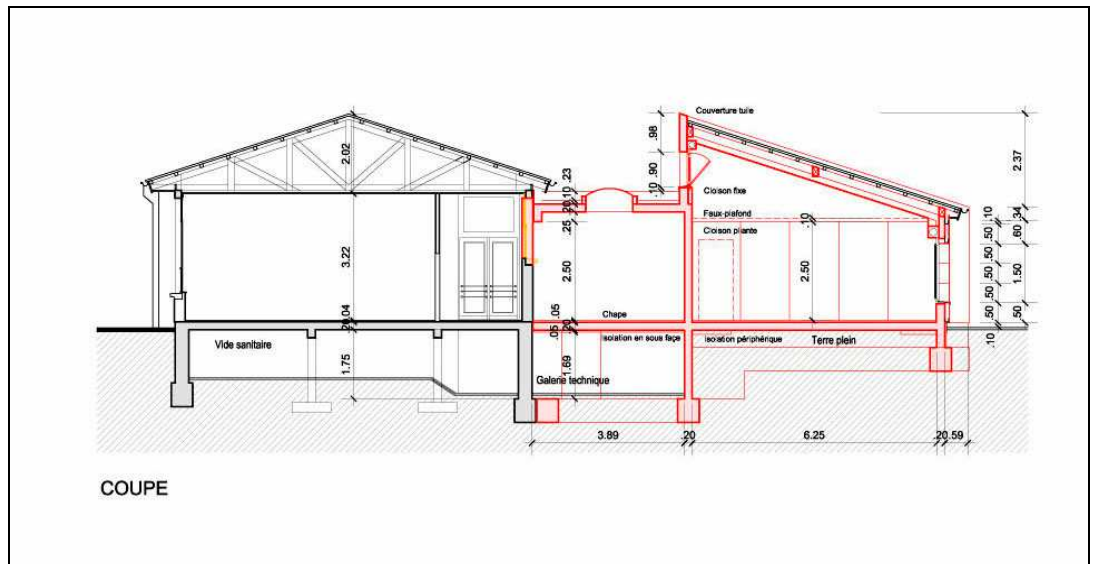
### 3.1.8- Plan du rez-de-chaussée :



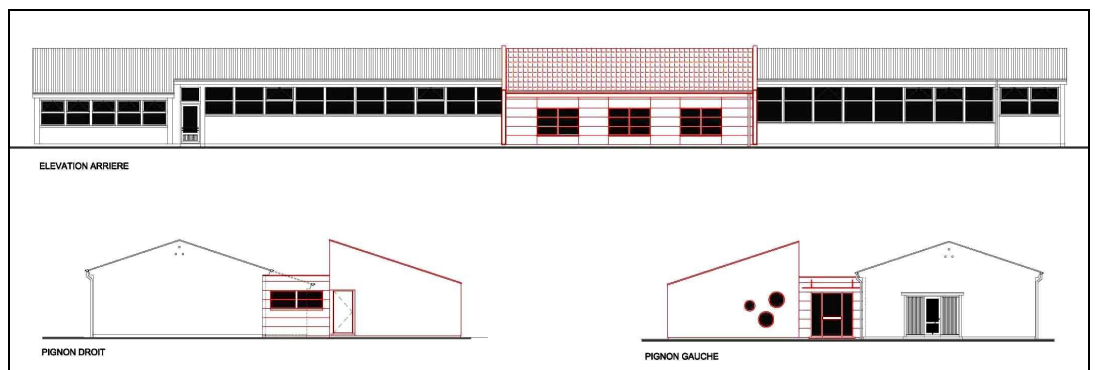
### 3.1.9- Plan du sous-sol :



### 3.1.10- Coupe :



### 3.2.11- Façades :





### 3.2.12- Perspective :



### 3.2- Pré-diagnostic solaire

Il n'est pas nécessaire de faire une étude de faisabilité ( obligatoire pour les installations complexes ou supérieures à 50 m<sup>2</sup> de capteurs ), cependant avant tout projet solaire, nous réalisons un pré-diagnostic en interne afin de juger de la pertinence d'une production solaire d'eau chaude sanitaire. Ce pré-diagnostic nous servira à connaître le montant des subventions éventuelles et nous permettra d'établir un tableau d'amortissement de l'installation solaire. Ces éléments seront ensuite transmis à notre direction pour validation.

#### **3.2.1- Calculs des apports solaires et productivité des capteurs**

Dans notre cas, le pré-diagnostic est effectué à l'aide du logiciel de calcul en ligne du site [www.Tecsol.fr](http://www.Tecsol.fr). Ce logiciel utilise la méthode SOLO du C.S.T.B.

#### **Données météo**

mois	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
T° extérieure	0.4	1.7	5.9	9.5	13.5	17.0	18.9	18.5	15.6	10.2	5.3	1.4
T° de l'eau	5.1	5.8	7.9	9.7	11.7	13.4	14.4	14.2	12.7	10.0	7.6	5.6

## Installation

Capteurs

Surface	2.3	m <sup>2</sup>
Inclinaison	40	%/Horiz
Orientation	0	%/Sud
Coefficient B	0.80	
Coefficient K	4.45	W/m <sup>2</sup> .°C

Stockage

Situation	Intérieur (22 °C)
Température ECS	60 °C
Volume de stockage	200 Litres
Cste de refroidissement	0.2209 Wh/L.j.°C
Type d'installation	Circulation forcée, échangeur noyé

	Irradiation capteurs (Wh/m <sup>2</sup> .jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Taux (%)	Volume (litres)
janvier	1303	198	42	21.0	100
février	2243	176	55	30.9	100
mars	3277	188	83	44.0	100
avril	4455	175	102	58.3	100
mai	4971	174	115	66.3	100
juin	5132	163	114	70.3	100
juillet	5353	0	0	0.0	0
aout	4815	0	0	0.0	0
septembre	4343	165	97	58.7	100
octobre	2798	180	71	39.6	100
novembre	1608	183	46	25.0	100
décembre	1082	196	37	18.8	100
Taux couverture solaire	42.3	%	Apport solaire annuel	761	kWh/an
Besoin annuel	1798	kWh/an	Productivité annuelle	331	kWh/m <sup>2</sup> .an

### 3.2.2- Subventions

Avec 331 kWh/m<sup>2</sup>/an ( < 450 kWh/m<sup>2</sup>/an ), la productivité annuelle des capteurs ne permet pas de prétendre à une subvention de l'A.D.E.M.E. ou de la région.

### 3.2.3- Amortissement de l'installation

L'école maternelle Vxxxx Hxxx bénéficie d'un tarif EDF « bleu ».

Le prix de l'énergie électrique est de 8,66 c€/kWh hors taxes.

La différence de prix entre une solution classique et une solution solaire est de 3 600 € HT.

Il faudra donc 55 ans pour amortir la différence de prix entre une solution classique et une solution solaire.

Tableau d'amortissement :

Années	Cumul des conso. élect. Annuelle ( kWh )	Cumul des apports solaire annuel ( kWh )	Prix du kWh ( € HT )	Cumul de la conso. élect. Solution classique ( kWh )	Cumul de la conso. élect. Solution solaire ( kWh )	Cumul des économie réalisée ( € HT )
1	1 622,00	761,00	0,09 €	140,47	74,56	65,90 €
2	3 244,00	1 522,00	0,09 €	280,93	149,13	131,81 €
3	4 866,00	2 283,00	0,09 €	421,40	223,69	197,71 €
4	6 488,00	3 044,00	0,09 €	561,86	298,25	263,61 €
5	8 110,00	3 805,00	0,09 €	702,33	372,81	329,51 €
6	9 732,00	4 566,00	0,09 €	842,79	447,38	395,42 €
7	11 354,00	5 327,00	0,09 €	983,26	521,94	461,32 €
8	12 976,00	6 088,00	0,09 €	1 123,72	596,50	527,22 €
9	14 598,00	6 849,00	0,09 €	1 264,19	671,06	593,12 €
10	16 220,00	7 610,00	0,09 €	1 404,65	745,63	659,03 €
11	17 842,00	8 371,00	0,09 €	1 545,12	820,19	724,93 €
12	19 464,00	9 132,00	0,09 €	1 685,58	894,75	790,83 €
13	21 086,00	9 893,00	0,09 €	1 826,05	969,31	856,73 €
14	22 708,00	10 654,00	0,09 €	1 966,51	1 043,88	922,64 €
15	24 330,00	11 415,00	0,09 €	2 106,98	1 118,44	988,54 €
16	25 952,00	12 176,00	0,09 €	2 247,44	1 193,00	1 054,44 €
17	27 574,00	12 937,00	0,09 €	2 387,91	1 267,56	1 120,34 €
18	29 196,00	13 698,00	0,09 €	2 528,37	1 342,13	1 186,25 €
19	30 818,00	14 459,00	0,09 €	2 668,84	1 416,69	1 252,15 €
20	32 440,00	15 220,00	0,09 €	2 809,30	1 491,25	1 318,05 €
21	34 062,00	15 981,00	0,09 €	2 949,77	1 565,81	1 383,95 €
22	35 684,00	16 742,00	0,09 €	3 090,23	1 640,38	1 449,86 €
23	37 306,00	17 503,00	0,09 €	3 230,70	1 714,94	1 515,76 €
24	38 928,00	18 264,00	0,09 €	3 371,16	1 789,50	1 581,66 €
25	40 550,00	19 025,00	0,09 €	3 511,63	1 864,07	1 647,57 €
26	42 172,00	19 786,00	0,09 €	3 652,10	1 938,63	1 713,47 €
27	43 794,00	20 547,00	0,09 €	3 792,56	2 013,19	1 779,37 €
28	45 416,00	21 308,00	0,09 €	3 933,03	2 087,75	1 845,27 €
29	47 038,00	22 069,00	0,09 €	4 073,49	2 162,32	1 911,18 €
30	48 660,00	22 830,00	0,09 €	4 213,96	2 236,88	1 977,08 €
31	50 282,00	23 591,00	0,09 €	4 354,42	2 311,44	2 042,98 €
32	51 904,00	24 352,00	0,09 €	4 494,89	2 386,00	2 108,88 €
33	53 526,00	25 113,00	0,09 €	4 635,35	2 460,57	2 174,79 €
34	55 148,00	25 874,00	0,09 €	4 775,82	2 535,13	2 240,69 €
35	56 770,00	26 635,00	0,09 €	4 916,28	2 609,69	2 306,59 €
36	58 392,00	27 396,00	0,09 €	5 056,75	2 684,25	2 372,49 €
37	60 014,00	28 157,00	0,09 €	5 197,21	2 758,82	2 438,40 €
38	61 636,00	28 918,00	0,09 €	5 337,68	2 833,38	2 504,30 €
39	63 258,00	29 679,00	0,09 €	5 478,14	2 907,94	2 570,20 €
40	64 880,00	30 440,00	0,09 €	5 618,61	2 982,50	2 636,10 €
41	66 502,00	31 201,00	0,09 €	5 759,07	3 057,07	2 702,01 €
42	68 124,00	31 962,00	0,09 €	5 899,54	3 131,63	2 767,91 €
43	69 746,00	32 723,00	0,09 €	6 040,00	3 206,19	2 833,81 €
44	71 368,00	33 484,00	0,09 €	6 180,47	3 280,75	2 899,71 €
45	72 990,00	34 245,00	0,09 €	6 320,93	3 355,32	2 965,62 €
46	74 612,00	35 006,00	0,09 €	6 461,40	3 429,88	3 031,52 €
47	76 234,00	35 767,00	0,09 €	6 601,86	3 504,44	3 097,42 €
48	77 856,00	36 528,00	0,09 €	6 742,33	3 579,00	3 163,32 €
49	79 478,00	37 289,00	0,09 €	6 882,79	3 653,57	3 229,23 €
50	81 100,00	38 050,00	0,09 €	7 023,26	3 728,13	3 295,13 €
51	82 722,00	38 811,00	0,09 €	7 163,73	3 802,69	3 361,03 €
52	84 344,00	39 572,00	0,09 €	7 304,19	3 877,26	3 426,94 €
53	85 966,00	40 333,00	0,09 €	7 444,66	3 951,82	3 492,84 €
54	87 588,00	41 094,00	0,09 €	7 585,12	4 026,38	3 558,74 €
55	89 210,00	41 855,00	0,09 €	7 725,59	4 100,94	3 624,64 €
56	90 832,00	42 616,00	0,09 €	7 866,05	4 175,51	3 690,55 €
57	92 454,00	43 377,00	0,09 €	8 006,52	4 250,07	3 756,45 €
58	94 076,00	44 138,00	0,09 €	8 146,98	4 324,63	3 822,35 €
59	95 698,00	44 899,00	0,09 €	8 287,45	4 399,19	3 888,25 €
60	97 320,00	45 660,00	0,09 €	8 427,91	4 473,76	3 954,16 €
61	98 942,00	46 421,00	0,09 €	8 568,38	4 548,32	4 020,06 €
62	100 564,00	47 182,00	0,09 €	8 708,84	4 622,88	4 085,96 €
63	102 186,00	47 943,00	0,09 €	8 849,31	4 697,44	4 151,86 €
64	103 808,00	48 704,00	0,09 €	8 989,77	4 772,01	4 217,77 €
65	105 430,00	49 465,00	0,09 €	9 130,24	4 846,57	4 283,67 €
66	107 052,00	50 226,00	0,09 €	9 270,70	4 921,13	4 349,57 €

### **3.2.4- Conclusion**

Avec 331 kWh/m<sup>2</sup>/an ( < 450 kWh/m<sup>2</sup>/an ), la productivité annuelle des capteurs ne permet pas de prétendre à une subvention de l'A.D.E.M.E. ou de la région. Ce manque de subventions allonge le temps d'amortissement de l'installation ( 55 ans ). Dans ce contexte il n'est pas valable économiquement d'installer un chauffe-eau solaire. Cependant, en connaissance de ces éléments, notre direction a validé la mise en place d'une production par capteurs solaires. Cette décision découle directement de la politique de développement durable de la ville et en particulier du projet « Bourtzwiller - Quartier durable »

### **3.3- Etude technique :**

L'installation solaire est dimensionnée pour donner au maître d'ouvrage, le maximum de satisfaction en terme d'économie et de réduction des émissions de CO<sub>2</sub> sans pour autant conduire à des investissements trop importants.

Ainsi l'expérience nous enseigne qu'une installation est optimale lorsque les parts des besoins apportées par le solaire et par l'électricité sont à peu près équivalentes.

#### **3.3.1- Détermination de la consommation**

L'estimation de la consommation d'eau chaude est basée sur les mesures du bâtiment existant. La consommation moyenne mensuelle est de 100 litres par jour à l'exception des mois de juillet et août durant lesquels l'école est fermée.

#### **3.3.2- Calcul de la surface de capteur**

La surface de capteur à mettre en œuvre se détermine de la façon suivante :

- 1 m<sup>2</sup> de capteur pour 70 litres d'eau par jour dans la moitié Sud de la France
- 1 m<sup>2</sup> de capteur pour 50 litres d'eau par jour dans la moitié Nord de la France

Les besoins journaliers étant de 100 litres par jour il faudra au moins 2 m<sup>2</sup> de capteurs solaires.

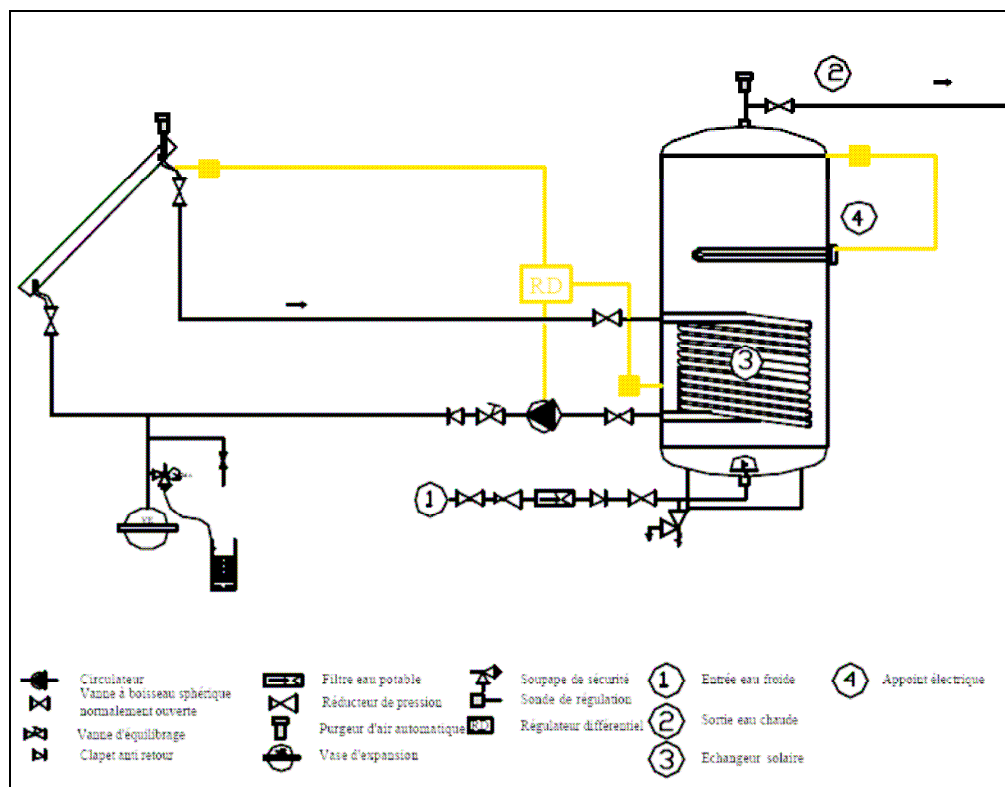
#### **3.3.3- Choix des capteurs solaires**

Tous les capteurs solaires n'ont pas les mêmes performances, ni les mêmes prix, il conviendra donc d'entrer ces paramètres dans les choix proposés. En règle générale, une installation est calculée avec un capteur donné, caractérisé par les coefficients B et K contenus dans l'Avis technique du CSTB. Une entreprise qui souhaite faire une offre avec des capteurs ayant des performances différentes de celles contenues au CCTP devra calculer la surface équivalente (inférieure ou supérieure selon le cas) qui permet d'aboutir à la même quantité d'énergie solaire produite.

### 3.3.4- Implantation des capteurs

Les capteurs solaires seront positionnés sur la partie toiture terrasse de l'extension afin de pouvoir les orienter et les incliner de façon optimale. Le pré-diagnostic ( Chapitre 3.2.1 ) préconise une orientation plein sud et une inclinaison à 40° par rapport à l'horizontale afin d'optimiser la productivité annuelle des capteurs.

### 3.3.5- Schéma de principe solaire



L'appoint électrique est situé dans la partie supérieure du ballon. La résistance électrique est alimentée de façon continue, les deux tiers inférieurs du ballon sont réservés au solaire et le tiers supérieur à l'appoint électrique.

Dans tous les cas il n'y a pas de réelle interaction entre l'installation solaire et l'appoint électrique. Le choix de ce dernier doit être fait sans tenir compte de la présence du système solaire.

En effet, lorsqu'il n'y a pas d'ensoleillement, l'appoint électrique doit assurer seul la totalité des besoins. Il n'est donc pas possible, comme cela est parfois envisagé, de réduire la puissance de la résistance électrique.

### **3.3.6- Mesures des performances**

Aux vues de la taille de notre installation, il n'a pas été jugé nécessaire de mettre en place un contrat de garantie de résultats solaires ( GRS<sup>6</sup> ). Ce contrat aurait considérablement augmenté le prix de l'installation.

Pour notre installation, nous allons simplement disposer un compteur d'énergie thermique aux bornes du ballon solaire afin de faire un suivi des apports solaires par rapport à notre pré-diagnostic.

Lorsqu'on est en présence d'installations plus importantes ( $> 50 \text{ m}^2$  de capteurs), il est judicieux de faire appel à un appareil de télécontrôle, qui permette également de détecter les éventuelles pannes.

### **3.3.7- CCTP & DQE**

L'élaboration du CCTP et DQE des travaux de chauffage, ventilation, sanitaire et solaire a été réalisée sous la forme d'un lot unique.

Cependant il est utile de préciser que, dans le cas d'une installation solaire bénéficiant d'aides publiques, il est souhaitable de définir un "lot solaire" dont la limite de fourniture est la canalisation d'entrée dans le dispositif d'appoint. L'existence d'un lot spécifique "solaire", permet d'isoler au plan comptable les dépenses relatives à celui-ci qui devront faire l'objet d'une justification auprès de l'A.D.E.M.E et de la Région Alsace.

( Extrait du CCTP & DQE de la partie solaire en Annexe III, page 37 ).

---

<sup>6</sup> G.R.S. : Voir glossaire page n°30



## CONCLUSION

Au fil des années je constate que mon métier de technicien évolue. Les études thermiques et hydrauliques, qui consistaient en une optimisation technique et économique des installations, intègrent dorénavant la notion de développement durable et par conséquent une optimisation écologique. Cette contrainte écologique nous amène à recourir à de nouvelles technologies plus passionnantes les unes que les autres telles que les chauffe-eau solaires. Le succès de ces systèmes m'encourage à penser que d'autres technologies comme la climatisation solaire ou les panneaux photovoltaïques, exploitées à titre expérimental actuellement, devraient faire leur apparition dans notre collectivité dans les prochaines années.



## GLOSSAIRE

- (1) Développement durable : La définition classique du développement durable provient du rapport de la Commission mondiale sur l'environnement et le développement : « Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de "besoins", et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir ».
  
- (2) Gaz à effet de serre : Les gaz à effet de serre sont des gaz dont les propriétés physiques sont telles que leur présence dans l'atmosphère terrestre contribue à un effet de serre à la surface de la terre induisant un réchauffement climatique. Les principaux gaz à effet de serre sont : la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O), l'ozone (O<sub>3</sub>), les chlorofluorocarbones (CFC) et HCFC-22 comme le fréon, le perfluorométhane et l'hexafluorure de soufre (SF<sub>6</sub>).
  
- (3) P.L.U. : Le plan local d'urbanisme ( P.L.U. ) est un document de planification de l'urbanisme communale ou intercommunal. Il remplace le plan d'occupation des sols ( P.O.S. ) depuis la loi 2000-1208 du 13 décembre 2000 relative à la solidarité et au renouvellement urbain, dites loi S.R.U. Les petites communes se dotent quant à elle d'une carte communale.
  
- (4) Agenda 21 : L'Agenda 21 est un projet global et concret, dont l'objectif est de mettre en œuvre progressivement et de manière pérenne le développement durable à l'échelle d'un territoire. Il est porté par la collectivité et mené en concertation avec tous ses acteurs : élus et personnels, habitants, associations, entreprises... Il se traduit par un programme d'actions visant à améliorer la qualité de vie des habitants, économiser les ressources naturelles et renforcer l'attractivité du territoire.
  
- (5) P.M.R. : Personne à mobilité réduite.
  
- (6) G.R.S. : La Garantie de Résultats Solaires (GRS) est établie sur la base du calcul du bureau d'étude. Assortie d'un contrat d'entretien, la GRS a une durée de 5 ans.  
La production d'énergie solaire annuelle garantie est généralement de :  
PEG = PES x 0,90 pour les installations supérieures à 50m<sup>2</sup> de capteurs  
PEG = PES x 0,80 pour les installations inférieures à 50m<sup>2</sup> de capteurs  
Avec : PEG : Production d'Énergie solaire annuelle Garantie ( kWh/m<sup>2</sup>/an )  
PES : Production d'Énergie Solaire annuelle établie sur la base du calcul du bureau d'étude ( kWh/m<sup>2</sup>/an )

**ANNEXE I**  
(non jointe)

**ANNEXE II**  
(non jointe)

**ANNEXE III**  
(non jointe)