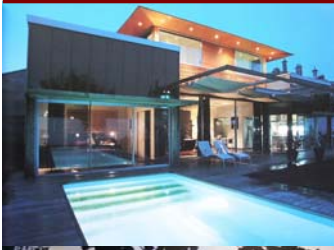


Université de La Rochelle



L'ARCHITECTURE ECOLOGIQUE

UE : Développement Durable



*LEROY Arnault, Licence 3 Génie Civil option Ingénierie du Bâtiment
Faculté des sciences de La Rochelle
Année universitaire 2004-2005*



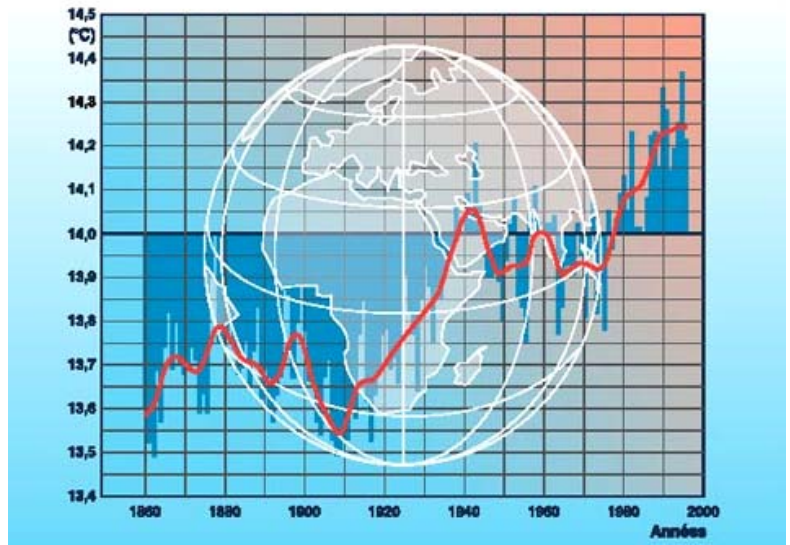
SOMMAIRE

I)	Introduction.....	2
II)	Principe de l'architecture écologique.....	3
	1) Bioclimatisme.....	3
	2) Matériaux.....	3
	3) Energies renouvelables	5
	4) Gestion de l'eau.....	7
	5) Chantier propre.....	9
	6) Cycle de vie d'un bâtiment.....	9
III)	Exemples de lycées.....	10
	1) Lycée Jacquard de Caudry.....	10
	2) Lycée Léonard de Vinci à Calais.....	11
	3) Lycée Pic Saint Loup à Saint Clément de Rivière.....	12
	4) Lycée professionnel de Foix.....	13
	5) Lycée des technologies de communication à Limoge.....	14
IV)	Exemples de maisons individuelles.....	15
	1) Maison à Saint Martin du Boschet.....	15
	2) Maison bioclimatique à Toulouse.....	16
	3) Maison béton et bois à Valserres.....	18
	4) La Maison du Soleil à Rochefort.....	19
	5) Domespace en bois à Scaer.....	20
	6) Maison solaire Daurel à Bordeaux.....	21
	7) Maison en brique de terre crue.....	22
	8) Maison cubique Duvernoy à Chemaudin.....	23
	9) Maison de ville et brique de chanvre à Grenoble.....	24
	10) Maison expérimentale à La Vacquerie.....	25
	11) Maison de la biodiversité à Castanet-Tolosan.....	27
	12) Maison avec toiture végétalisée à Monsols.....	28
	13) Maison en bois cordé à Beruges.....	29
	14) Maison autonome Darviot à Goyave.....	30
	15) Maison avec verrière à Pélissanne.....	32
	16) Maison en rondins bruts empilés à Limoges.....	33
	17) Maison solaire à Saint Martin d'hères.....	34
	18) Maison en bouteilles de verre dans la Drôme.....	35
	19) Maison en paille et bois à Pagnoz.....	36
	20) Maison en pisé dans les Monts du Forez.....	37
	21) Maison méridionale dans le Gard.....	38
V)	Exemples de logements collectifs.....	39
	1) Résidence Les Argilliers à Pontarlier.....	39
	2) Résidence Salvatierra à Rennes.....	40
	3) Centre d'hébergement La Ferme du bois à Genech.....	41
	4) Foyer Les Sources à Orbey.....	43
VI)	Exemples de bâtiments tertiaires.....	44
	1) Banque Populaire d'Alsace à Sausheim.....	44
	2) Centre de loisirs Rougets de Lisle à Nanterre.....	45
	3) Office de tourisme d'Alès.....	46
	4) Hôtel de la région Alsace à Strasbourg.....	47
	5) Centre d'éducation à l'environnement de Theix.....	48
VII)	Exemples de bâtiments industriels et autres.....	49
	1) Centre de tri à Fumay.....	49
	2) Aire de service en Baie de Somme.....	50
	3) Bâtiment industriel à Voray sur l'Ognon.....	51



I) Introduction

Les changements climatiques planétaires ont placé la protection de l'environnement au premier plan des préoccupations actuelles et constituent, dans une perspective de développement durable, le défi majeur de ce 21^{ème} siècle. Dès 1990, le Groupe Intergouvernemental d'Experts sur le Climat (GIEC) annonçait des changements climatiques majeurs pour le 21^{ème} siècle et démontrait le lien entre les activités humaines et le réchauffement du climat global de notre planète depuis l'ère industrielle. Dans son troisième rapport d'évaluation, le GIEC confirme à nouveau la gravité de ce diagnostic et prévoit pour 2100 une augmentation de la température de l'air de 1,5°C à 6°C en moyenne globale. Cette hausse des températures serait la plus grande de toutes celles survenues au cours des 10 derniers millénaires.



Évolution de la température moyenne à la surface de la Terre de 1860 à 2000 :

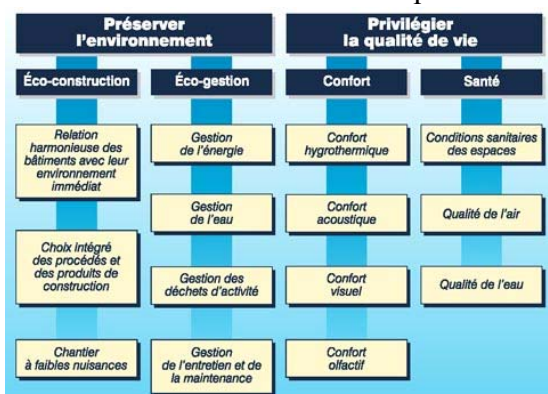
C'est pourquoi il est nécessaire de développer l'utilisation des énergies renouvelables sous toutes leurs formes : solaire (passif, thermique, photovoltaïque), éolien, géothermique, hydraulique, biomasse (bois, biocarburant,...). L'architecture écologique est la prise en compte de ses différentes énergies et leurs intégrations, ainsi que la mise en œuvre de matériaux respectueux de l'environnement et de l'habitant ; ce qui peut nous permettre de réduire notre demande énergétique et par conséquent nos rejets de gaz à effet de serre.

L'architecture écologique, encore appelée architecture solaire, bioclimatique ou durable, se préoccupe des paramètres qui conditionnent le bien-être de l'habitant, mais celui-ci doit apprendre à vivre en symbiose avec son environnement, au rythme des jours et des saisons, il doit s'y intégrer et le respecter. L'objectif à poursuivre est donc d'obtenir la meilleure adéquation entre le climat, le bâtiment et le comportement de l'occupant.

L'architecture écologique est un concept global qui regroupe l'occupant, le constructeur et le bâtiment. Dès la conception et la construction, il est nécessaire de penser à préserver l'environnement et améliorer la qualité de vie ; et cela durant l'ensemble du cycle de vie du bâtiment jusqu'à sa destruction. C'est dans ce but qu'a été créé la démarche HQE (Haute Qualité Environnementale) en

France, les labels "Habitat basse énergie" et "Habitat Passif" en Allemagne, le standard Suisse "Minergie" et la méthode BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) en Angleterre.

Dans les pages qui suivent différents points de l'architecture écologique seront explicités pour une bonne compréhension et une prise de conscience des solutions existantes qui permettent d'allier construction et développement durable. Puis ensuite, seront présentés des exemples de bâtiments appliquant ces principes.



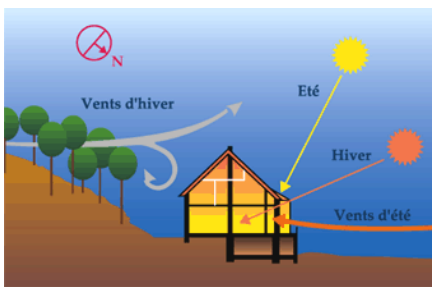
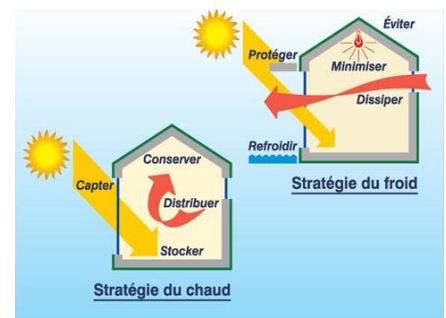


II) Principe de l'architecture écologique

1) Bioclimatisme

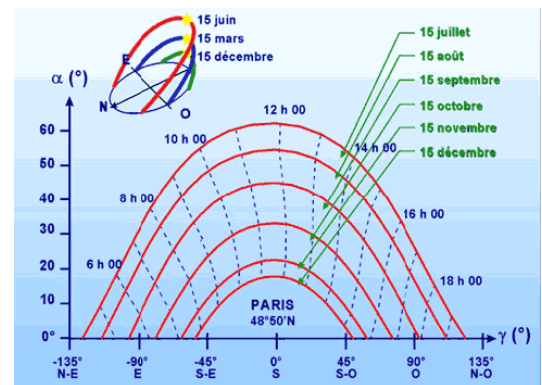
L'architecture bioclimatique fait appel à des procédés passifs et ne requiert pas de techniques particulières. Elle demande d'abord du "bon sens". Des simulations thermiques dynamiques permettent ensuite d'affiner la conception du bâtiment et de comparer différentes solutions. Ces études nécessitent des connaissances spécifiques en physique du bâtiment que les architectes se doivent d'acquérir. Trois stratégies résument l'approche bioclimatique :

- La stratégie du chaud permettant de capter les apports solaires gratuits, de les conserver ou de les stocker au sein du bâtiment, puis de les distribuer vers les locaux.
- La stratégie du froid minimisant les besoins de rafraîchissement en proposant des protections solaires adaptées aux différentes orientations, en évitant les risques de surchauffe par une isolation appropriée ou par l'inertie du bâtiment, en dissipant l'air chaud et en le rafraîchissant.
- La stratégie de l'éclairage visant à capter au maximum l'éclairage naturel et à le répartir dans les locaux tout en se protégeant et en contrôlant les sources d'inconfort visuel.



Le projet bioclimatique doit être parfaitement maîtrisé tant constructivement que techniquement lors de sa conception, il ne peut ignorer la "bio-spécificité" des occupants : particularités socio-culturelles, comportements, nombre... Sans la participation directe des occupants, les gains espérés peuvent vite être réduits. À cet effet, l'exemple du projet de Baggesensgade au Danemark est très révélateur. Après information des occupants et adaptation du projet, les économies d'énergie atteignirent plus de 27 % !

Le soleil suit une course dont chaque point est déterminé, en un lieu, par sa hauteur angulaire et son azimut. Cette hauteur est maximale au solstice d'été, minimale au solstice d'hiver. Le diagramme en projection cylindrique permet de repérer la position du soleil par son azimut (axe horizontal) et sa hauteur angulaire (axe vertical). Les courbes rouges représentent la course solaire en un lieu donné pour des dates déterminées (généralement le 15 du mois) et pour une période de six mois. Les courbes en pointillés représentent le lieu des équihoraires.



2) Matériaux

a) Bilan carbone

Le bilan carbone du bâtiment en phase de construction est une démarche spécifique lié au choix des matériaux, de leur transport, et des techniques de constructions. Le bilan carbone du bâtiment en phase de construction est une méthode d'évaluation de la quantité de dioxyde de carbone stocké ou émis dans l'atmosphère pour l'édification de ce bâtiment. Pour une maison d'habitation traditionnelle, il correspond, en moyenne, à 10 ans d'émissions en phase d'exploitation. Ses performances s'expriment soit en tonnes de CO₂ émises ou évitées, soit, plus généralement, en kg de carbone par m² habitable. Les valeurs négatives correspondent à un stockage de carbone et les valeurs positives correspondent à une émission de carbone.



Maison traditionnelle					Maison privilégiant les matériaux d'origine végétale				
Matériaux	Kg CO ₂ /Kg ou m ² *	Densité*	Volume ou surface	CO ₂ éq	Matériaux	Kg CO ₂ /Kg ou m ² *	Densité*	Volume ou surface	CO ₂ éq
Bois	-3,49	680	10	-23 732	Bois	-3,49	680	120	-284 784
Béton	0,13	2 355	150	45 923	Béton	0,13	2 355	40	12 246
Tuiles fibrociment	0,88	1 600	4	5 632	Tuiles	0,35	1 900	4	2 660
Laine minérale	0,98	25	60	1 470	Ouate de lin	0	125	60	0
Carrelage	0,0038	1 980	150	1 083	Revêtement collé (m ²)	0,26	-	150	39
Fenêtres ouvrants aluminium (m ²)	29,1	-	25	728	Fenêtres ouvrants bois (m ²)	-15,57	-	25	-389
Total				31 104 Kg	Total				-270 228 Kg
Soit une émission de 207 KgCO ₂ /m ² habitable					Soit un stockage de 1 802 KgCO ₂ /m ² habitable				

Le CO₂ présent dans l'atmosphère est un des éléments nutritifs essentiels du règne végétal. Dans les arbres, il est fixé au niveau des feuilles et se transforme par photosynthèse en carbone et en oxygène (libérée). Il faut 1,85 kg de CO₂ pour produire 1 kg de bois brut, mais plusieurs kilos de bois brut sont nécessaires à la production d'un kilo de bois de construction. En moyenne, le matériau bois permet donc de stocker 3,49 kg de carbone par kg de bois de construction employé, mais cette valeur varie selon l'état sous lequel il se trouve : planche, aggloméré, lamellé collé, fibre...

À l'image du bois, tous les matériaux de construction d'origine végétal (laine de chanvre, ouate de lin, papier, carton...) sont capables de stocker du carbone. L'utilisation des autres matériaux de construction, tels que le béton, le plâtre, les plastiques... génèrent, pour leur part, des émissions de CO₂ dans l'atmosphère. Prenons par exemple le cas du PVC : l'utilisation d'1 kg de ce matériau dans un bâtiment entraîne une émission de 2,22 kg de CO₂. Ceci s'explique par les processus de fabrication utilisés pour ces matériaux. Certains, comme les métaux par exemple, requièrent une quantité d'énergie considérable pour leur façonnage (ou modelage). Et plus la quantité d'énergie utilisée est importante, plus les émissions de CO₂ sont conséquentes.



b) Exemples de matériaux

- Le bois : l'utilisation du bois permet : une exploitation non polluante, non destructive et renouvelable de sites, un faible coût énergétique de production (3 fois moins que le béton), un approvisionnement de proximité, une gestion durable (choix des essences et conception adaptées), un recyclage complet, confort et santé, des économies de chauffage et une diminution de l'effet de serre.



- La terre crue : elle offre un confort de vie sain et agréable tout en permettant des économies d'énergie. Elle possède de nombreux avantages : matériau naturel poreux fabriqué par compression et séchage, régulateur hygrothermique (régulation de l'humidité ambiante), qualité sanitaire de l'air (réduction des poussières volatiles), confort acoustique et olfactif, longévité du matériau, classée M0, recyclage complet et production locale (faible charge de transport).

- Les matériaux d'isolation : les laines minérales (verre et roches) font l'objet d'une polémique dans les milieux scientifiques, elles montrent aujourd'hui leurs limites notamment en terme de santé (poussières dégagées potentiellement cancérigènes par pénétration et biopersistance dans les voies respiratoires). Les matériaux en fibres végétales et animales ont des propriétés particulièrement intéressantes en terme de santé, d'écologie et de confort. Ces matériaux souvent très élaborés (liés et texturés en rouleaux ou panneaux) sont encore onéreux, mais peuvent être utilisés à l'état brut en vrac à moindre coût (laine de chanvre, chènevotte, laine de lin, ouate de cellulose, laine de mouton...). Particulièrement résistants dans le temps, ils sont renouvelables, compostables et recyclables, sans effet négatif sur l'environnement. Les matériaux isolants issus du chanvre sont sans doute l'un des meilleurs compromis techniques, économiques et écologiques pour une isolation de qualité (conductibilité thermique de la laine de chanvre : 0,04W/m.K soit l'équivalent de la laine de verre).



c) Ecolabels européen

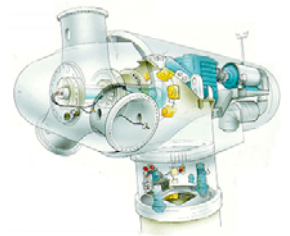
L'analyse du cycle de vie (ACV) d'un produit est une méthode d'évaluation des impacts sur l'environnement et sur les ressources naturelles, d'un produit, d'un service ou d'une activité, depuis l'extraction des ressources naturelles jusqu'à l'élimination du produit en fin de vie. Il reste aujourd'hui encore extrêmement difficile d'obtenir auprès des fabricants des écobilans et d'en vérifier la fiabilité scientifique. En Europe, plusieurs ecolabels existent et peuvent être pris en considération lors de la rédaction des cahiers des charges: le label écologique européen, le label français "NF Environnement", le label allemand "Ange Bleu", le label hollandais "Milieukeur", le label autrichien "Umweltzeichen", le label nordique "Cygne Blanc"...



3) Energies renouvelables

a) L'éolien

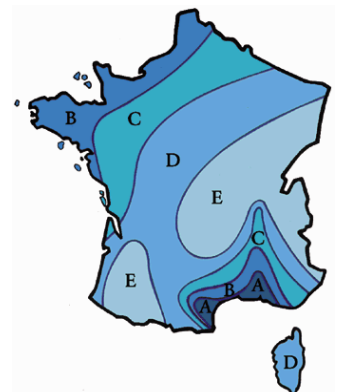
Du grec "Éole", le dieu du Vent, l'énergie éolienne vient des mouvements des masses d'air se déplaçant des zones de haute pression vers les zones de basse pression. En effet, le soleil réchauffe le globe terrestre de manière fort inégale. Les écarts de température qui en résultent provoquent des différences de densité des masses d'air et se traduisent par des variations de la pression atmosphérique. Le vent transforme l'énergie thermique tirée du rayonnement solaire en énergie cinétique. La puissance totale de ces mouvements atmosphériques atteint le chiffre astronomique de 100 milliards de gigawatts. Largement exploitée jadis tant pour la production d'énergie mécanique (moulins à vent) que pour les transports (bateaux à voile), le recours à l'énergie éolienne a connu une longue éclipse. Les "moulins" d'aujourd'hui n'ont plus grand-chose à voir avec leurs ancêtres : la majorité d'entre eux appartiennent à la famille des aérogénérateurs, c'est-à-dire qu'ils produisent de l'électricité. Deux paramètres caractérisent le vent et l'énergie qu'il est à même de fournir : sa vitesse et sa direction. Le premier



problème que pose la récupération de l'énergie éolienne est sa ressource aléatoire : derrière une vitesse moyenne du vent en un point se cache bien des réalités différentes, du calme plat aux plus violentes rafales. De plus, la topographie et les constructions modifient le régime local des vents, ce qui rend nécessaire une étude approfondie du site avant toute décision d'installation.

Vitesse du vent à 50 mètres au-dessus du sol, en fonction de la topographie :

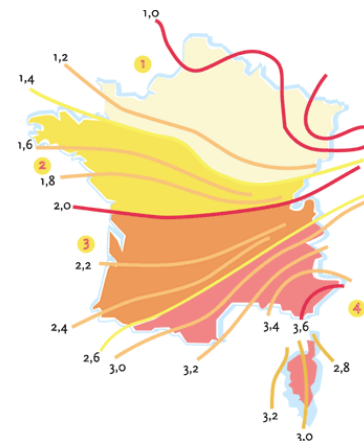
En m/s	Bocage dense bois, banlieue	Rase campagne obstacles épars	Prairie plate avec buissons	Lacs, mer	Crêtes, collines
A	>6	>7,5	>8,5	>9	>11,5
B	5/6	6,5/7,5	7/8,5	8/9	10/11,5
C	4,5/5	5,5/6,5	6/7	7/8	8,5/10
D	3,5/4,5	4,5/5,5	5/6	5,5/7	7/8,5
E	<3,5	<4,5	<5	<5,5	<7





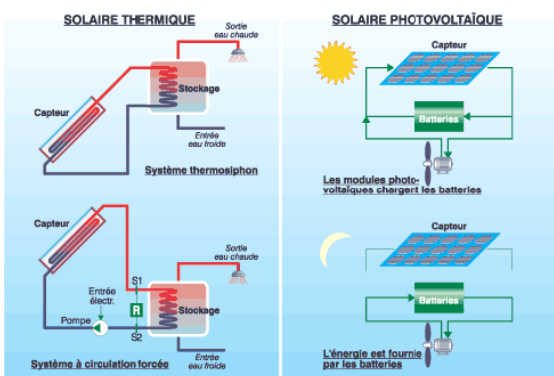
b) Le solaire

L'exploitation de l'énergie solaire permet de répondre aux besoins des habitants et d'augmenter leur confort. Les systèmes thermiques chauffent l'eau sanitaire, les systèmes photovoltaïques produisent de l'électricité. L'énergie solaire est l'énergie produite par le soleil. Elle est issue de la conversion, à chaque instant, d'hydrogène en hélium. Cette énergie est diffusée dans l'espace et atteint la Terre sous forme de lumière solaire (47 %), de rayons ultraviolets (7 %) et de rayonnement infrarouge ou de chaleur (46 %).



Rayonnement global moyen journalier sur une surface verticale orientée au sud, au mois de janvier en kWh/m² :

La lumière solaire et l'infrarouge sont les parties du spectre qui fournissent l'énergie utile :



- Le rayonnement solaire peut être capté et converti en énergie utile. Les systèmes les plus simples convertissent l'énergie solaire en chaleur simple (température inférieure au point d'ébullition) pour le chauffage des locaux et de l'eau : ce sont des systèmes solaires thermiques appliqués couramment dans l'habitat.

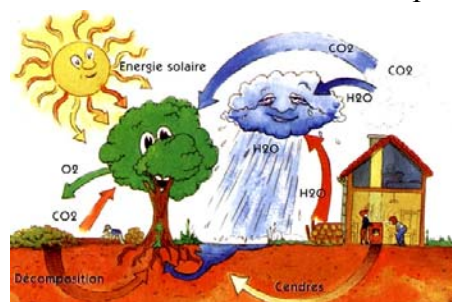
- Une technique plus récente utilise des cellules photovoltaïques (PV) pour produire de l'électricité directement à partir de la lumière solaire : ce sont les systèmes solaires photovoltaïques. Les cellules photovoltaïques convertissent directement l'énergie

lumineuse en énergie électrique, ce sont des couples semi-conducteurs qui deviennent le siège d'une force électromotrice sous l'action de la lumière, cette force croît avec l'intensité lumineuse. Ces cellules fonctionnent également par ciel couvert, avec le rayonnement diffus. Pendant le jour, les capteurs permettent d'alimenter en courant continu les appareils électriques à faible consommation et le surplus d'électricité fourni est dirigé vers des batteries. On peut également utiliser un onduleur pour convertir le courant continu en courant alternatif et ainsi se connecter au réseau public.



c) Le chauffage bois

L'utilisation du bois-énergie est une option qui peut être retenue pour le chauffage des bâtiments. La combustion directe des sous-produits forestiers (déchets d'élagages, copeaux, sciures, bois de rebus,...) peut se faire dans des cheminées (10 à 20% de rendement), des chaudières (70%) ou des installations industrielles (80%). En France, la ressource actuellement valorisée s'élève à 9Mtep et pourrait aisément être doublée. Sur le plan environnemental, dans une forêt entretenue et en croissance, ce qui est le cas en Europe du Nord, le bilan CO₂ est équilibré. Outre le bois-énergie, la valorisation de la biomasse couvre les disciplines suivantes : la carbonisation (charbon de bois), la gazéification de déchets végétaux, le biogaz (méthane obtenu par la fermentation des déchets ou des boues des stations d'épuration), les biocarburants (végétaux riche en sucre ou oléoprotéagineux).





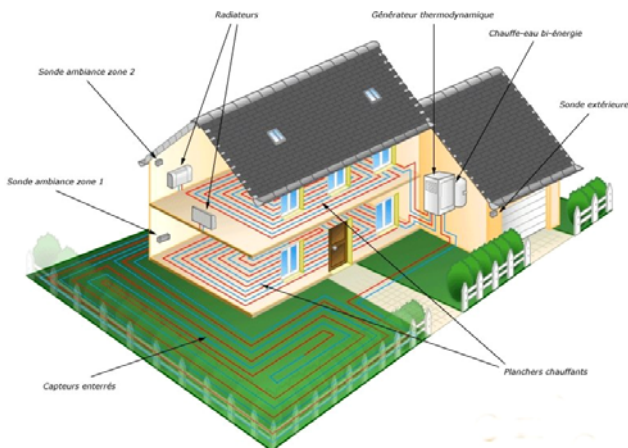
d) La micro hydraulique

Les microcentrales hydroélectriques fonctionnent exactement comme leurs aînées les grandes centrales des barrages qui exploitent l'énergie des fleuves. L'eau fait tourner une turbine qui entraîne un générateur électrique, le courant alternatif ainsi produit peut être redressé en courant continu pour être stocké dans une batterie d'accumulateurs ou utiliser directement. La France dénombre près de 1000 microcentrales hydroélectriques, d'une taille inférieure à 500 kW. Leurs performances ne cessent de croître avec toujours une qualité de courant irréprochable. Il existe encore quelque 2500 sites, bien répartis sur l'ensemble des cours d'eau, qui pourraient être équipés de turbines comprises entre 1 et 150 kW de puissance. Dans tous les cas, pour ne pas nuire à l'équilibre écologique de la rivière, seule une partie de son cours peut être détournée (conformément aux règlements en vigueur).

e) La géothermie

La géothermie est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol, l'énergie théoriquement disponible est considérable. L'exploitation des ressources géothermiques n'est pas récente, les sources d'eau chaude ont permis l'établissement de centres d'eaux thermales réputés (exemple à Hauterive où l'eau jaillit à 60°). La centrale géothermique haute énergie la plus ancienne d'Europe est celle de Larderello en Toscane et date de 1904, elle fournit de l'électricité au réseau italien (450MW).

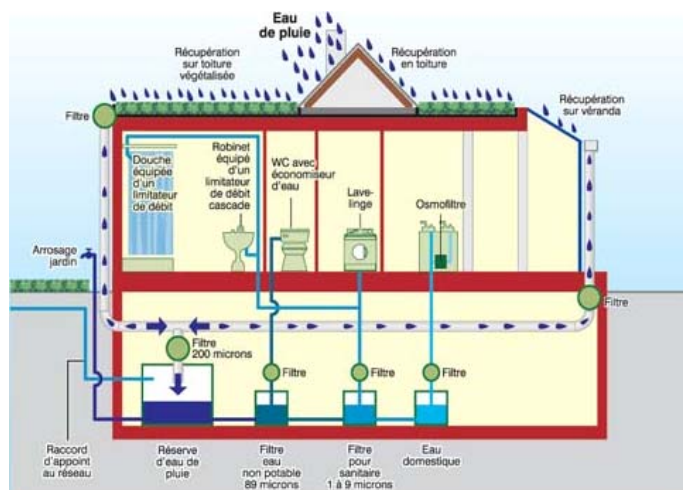
La géothermie très basse température (moins de 30°) consiste à puiser la chaleur à une profondeur très faible, où la température n'est pas suffisante pour assurer le chauffage, d'où la nécessité d'utiliser une pompe à chaleur. On parle généralement de géothermie de surface mais c'est un terme inapproprié, car à ces profondeurs il ne s'agit plus de géothermie : la chaleur du sol provient essentiellement du rayonnement solaire et de l'infiltration de l'eau de pluie. Parler de pompe géosolaire ou de système thermodynamique est donc plus approprié. Le COP (Coefficient de Performance) mesure l'efficacité énergétique d'un système de chauffage, c'est le rapport entre énergie consommée et chaleur produite, il est de l'ordre de 3 à 5 pour un système thermodynamique.



4) Gestion de l'eau

a) L'eau de pluie

La récupération des eaux pluviales concerne tous les secteurs du bâtiment (individuel, collectif, tertiaire) et peut représenter une économie de plus de 60 % sur la consommation totale d'eau. La dégradation progressive de la qualité des eaux, principalement due aux pollutions agricoles et aux rejets industriels divers, couplée à un prix moyen du m³ en constante augmentation, font de la récupération des eaux pluviales un procédé naturel, économique et complémentaire au réseau de distribution d'eau potable.





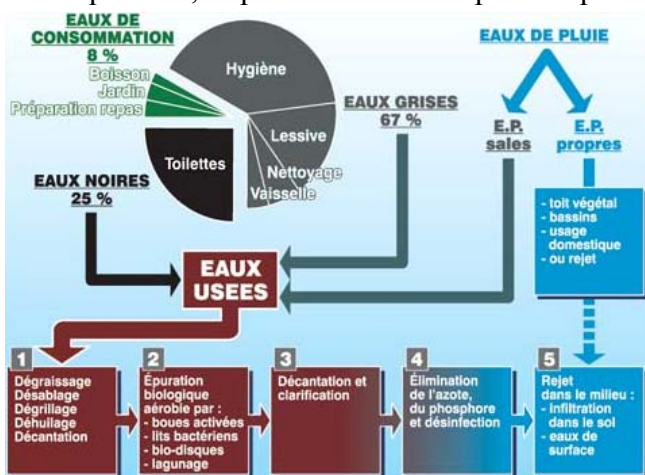
Les différentes utilisations de l'eau de pluie : l'arrosage des espaces verts, le lavage de la voiture et des sols (ménage), l'alimentation des retenues d'eau (étangs, mares artificielles...), l'alimentation des chasses d'eau, l'alimentation de la machine à laver le linge, l'alimentation des réseaux de chauffage et de climatisation,...

Le traitement : le premier traitement est un filtrage grossier effectué avant l'entrée de l'eau dans la citerne. Il se fait le plus souvent dans la gouttière par un filtre collecteur et permet l'élimination des déchets organiques (feuilles, mousses, chenilles...) et inertes (cailloux...). À la sortie de la citerne, et en fonction des différents usages que l'on veut faire de l'eau récupérée, il existe plusieurs niveaux de filtration : plus on s'approche d'une eau dite potable, plus le maillage des filtres doit être réduit (filtration sur sable, sur charbon actif) ; 1 à 9 microns par exemple pour une eau de lave-linge.

La réglementation : en France, et contrairement à d'autres pays européens comme la Suisse ou la Belgique, le CSHPF (Conseil supérieur d'hygiène publique de France) s'oppose à l'installation simultanée de réseaux de distribution d'eau potable et d'eau non potable (eau de pluie) à l'intérieur des bâtiments, sauf pour les systèmes de fonctionnement en circuit fermé. Pour utiliser une eau pluviale, il convient de procéder impérativement à une identification et un marquage spécifique du réseau (plaques avec mention "eau non potable", rubans adhésifs) afin d'éviter toute confusion.

b) Les eaux usées

Consommer moins d'eau pour rejeter moins d'eau polluée, polluer moins en quantité et en qualité, ne pas diluer les eaux usées avec l'eau de pluie propre et séparer les types d'eaux sales pour mieux les traiter. On distingue différents types de consommation d'eau et par conséquent différents types de pollution et de rejet d'eau polluée : les eaux de consommation (boisson, préparation des aliments, arrosage du jardin) qui ne présentent pas de rejet, les eaux noires (eaux fécales des sanitaires), les eaux grises (eaux ménagères des lavabos, éviers, douches et baignoires), les eaux pluviales propres, ou sales suivant l'état des surfaces de ruissellement, les eaux usées formées par les eaux grises et noires. Classiquement, l'épuration se décompose en plusieurs phases :



1. Un prétraitement qui élimine les matières flottantes, les sables, graisses ou huiles et une décantation primaire qui sédimente les matières en suspension.

2. L'épuration biologique aérobie qui permet la décomposition des matières organiques polluantes par des micro-organismes consommant l'oxygène dissout : techniques dites des boues activées, ou par lits bactériens, ou par bio disques, ou par lagunage. 3. Dans le cas de la technique dite des boues activées, une décantation secondaire permet de récupérer les micro-organismes lessivés.

4. L'élimination biologique et/ou chimique de certains composants tels l'azote et le phosphore, désinfection par traitement physico-chimique.

5. Rejet dans le milieu vers une voie d'eau (rivière, lac ou étang) ou dans le sol (sous-épandage).

L'épuration individuelle domestique, quant à elle, se fait en différentes étapes légèrement différentes de l'épuration collective en raison de son moindre effort d'entretien, moindre consommation d'énergie, ses moindres nuisances olfactives et sonores, sa meilleure performance et adaptabilité aux variations de débits, et surtout plus adapté aux types de pollution à traiter.



5) Chantier propre

Plus de 40 % des déchets produits en Europe proviennent de la construction, de la réhabilitation ou de la démolition des bâtiments; moins de 5 % de ceux-ci sont valorisés. En France, à partir du 1er juillet 2002, seuls les déchets ultimes, c'est-à-dire ceux qui ne sont plus susceptibles d'être traités ou valorisés notamment par extraction de la part valorisable ou par réduction de son caractère polluant, sont autorisés à être déposés en centre de stockage (décharge). Cette disposition concerne tous les déchets, y compris les déchets de chantier provenant de la construction, de la réhabilitation et de la démolition des bâtiments.

Sur chantier, un pré-tri des déchets doit être organisé par les entreprises en fonction des volumes attendus et des filières locales de valorisation existantes. Le coût réel de la gestion des déchets de chantier doit transparaître dans les remises de prix proposées par les entreprises. À cet effet, des postes séparés sont prévus dans les documents de marché pour prendre en compte les différents types de déchets, le coût du transport, du chargement/déchargement, du tri et de l'évacuation vers les filières ad hoc.

Dans tous les cas, les déchets seront séparés au moins en quatre catégories :

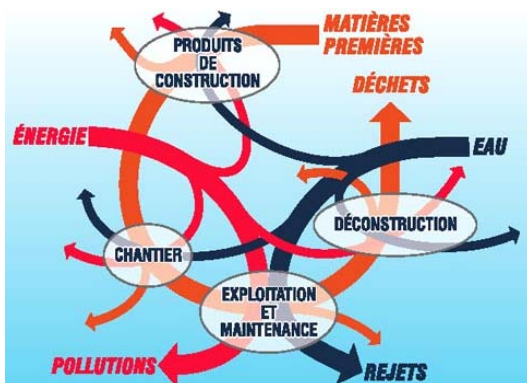
- emballages (verre, métaux, bois non traité...)
- déchets inertes (gravois, céramique, béton propre...)
- déchets industriels banals (PVC, isolant, plâtre...)
- déchets industriels spéciaux (silicones, huiles, peintures, amiante – ciment...).

Le tri final est réalisé dans un centre de tri spécialisé ou directement sur le chantier, les déchets ainsi séparés partiront ensuite vers les filières de recyclage ou de valorisation.



6) Cycle de vie d'un bâtiment

Le cycle de vie d'un bâtiment comprend plusieurs phases qui vont de l'extraction des éléments primaires et la fabrication des composants de construction, jusqu'à sa déconstruction sélective en fin de vie et à la remise en état du site. Pour préserver notre environnement, le secteur du bâtiment doit jouer un rôle primordial, car il est responsable en Europe d'une large part des impacts environnementaux. En fin de vie, le bâtiment devra être finalement démolé, voire déconstruit de manière à récupérer sélectivement ce qui sera devenu un ensemble de déchets. Le bâtiment disparu, il conviendra de procéder à une remise en état du site (récupération des fondations, dépollution du sol, replantations...). La démarche HQE a largement contribué à attirer l'attention du secteur du bâtiment



sur ce point en privilégiant l'adaptation des bâtiments ou en proposant d'organiser la déconstruction sélective des bâtiments lors de certaines opérations. Si cette présentation du cycle de vie apparaît extrêmement négative par ses nombreux impacts directs et indirects sur l'environnement naturel, nous ne devons pas oublier que le bâtiment n'est pas un objet inerte. Tout au contraire, le bâtiment rentre en symbiose avec ses occupants et avec son environnement proche, apportant ainsi une plus-value, souvent non-quantifiable, pour l'homme et la nature.



Lycée Jacquard de Caudry (62)

Architecte : Lucien Kroll et l'atelier Quatra

Bureau d'études : HQE Tribu ; thermique Sodeg

Surface : 8500m²

Coût : 12,2 millions d'euros



1) **Bioclimatisme** : éclairage naturel, protection par étagère à lumière des locaux orientés vers le sud et occultations extérieures mobiles pour les locaux orientés est et ouest.

Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

	Nord	Sud	Est	Ouest
Enseignement	50%	32%	12%	6%
Administration			58%	42%
Toutes zones	43%	27%	17%	13%

2) **Structure et matériaux** :

Matériaux renouvelables privilégiés (bois, linoléum) et recyclés (isolant cellulose), peinture sans solvant ou à solvant réduit, mélèze sans traitement en façade. Vitrages faible émissivité.



Ossature	Béton poteau / plancher champignon
Façades	Bois, brique, inox
Toitures	Bois, tuile, inox
Menuiseries extérieures	Bois capoté d'aluminium
Revêtement de sol	Linoléum
Cloison	Silicocalcaire et Fermacell
Isolation	Par l'extérieur en laine minérale répartie, cellulose recyclée

Niveau d'isolation :
U en W/m².K

U murs	0,24
U toit	0,29
U menuiseries extérieures	1,67
K moyen (RT 88)	0,57

3) **Energie** : 2,2% des besoins électriques fournis par du photovoltaïque.

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage (chaudière à condensation et haut rendement)	44,2	Gaz
ECS (Eau Chaude Sanitaire)	7	60%Gaz 40%solare (SOLARPAC)
Eclairage (lampes basses consommations)	8,86	Electricité
Confort d'été (ventilation naturelle assistée et contrôlée)	0	
Ventilation (puit canadien et VMC double flux)	1,4	Electricité
Autres	10,99	Electricité
TOTAL	72,45	

4) **Gestion de l'eau** : appareils économes et récupération des eaux de pluie pour WC et arrosage (100% des besoins couverts), consommation d'eau potables par an : 0,19m³/m². Imperméabilisation limitée de la cour intérieure, tamponnage de la totalité des eaux pluviales du site avant rejet et bassin paysager de rétention des eaux pluviales.





Lycée Léonard de Vinci à Calais (62)

Architecte : Isabelle Colas, Calais

Bureau d'études : énergie, Jacobs Serete ; fluides, Berim

Surface : 21852m²

Coût : 20,123 millions d'euros (surcoût HQE : 8%)

Gaz tout usages : 65 kWh/m²/an

Emission de gaz : CO₂ moins de 16 kg/m²/an et 3 kg/m²/an de NO_x



Lycée polyvalent HQE de 1800 élèves, il s'inscrit dans la zone de la Mivoix face au quartier du Beau-Marais, l'architecte s'est attaché à respecter et valoriser cet univers de polders.



1) **Bioclimatisme** : l'implantation du lycée le protège des vents marins, optimisation de la lumière naturelle, rue intérieure vitrée et plantés, circulations secondaires éclairées zénithalement.

2) **Structure et matériaux** :

- Structure poteaux-poutres et plancher en béton armé, fondation sur pieux de 20m. Charpentes en lamellé-collé ou en fermettes. Utilisation de matériaux locaux (pierre, sable, argile, chêne,...).
- Toitures-terrasses couvertes d'un substrat de 20cm planté de graminées (4000m²), effet régulateur sur le gradient thermique et sur le flux des eaux pluviales.
- Murs extérieurs à double paroi : intérieur avec blocs isolants en terre cuite (19cm), laine minérale (5cm), extérieur en brique de parement (11cm) en partie basse et en bardage de terre cuite en partie haute. ($U=0,49W/m^2.K$).
- Murs sur circulation : brique apparentes de 11cm (modèle dense à 3 trous pour répondre aux exigences acoustiques, 26dB), cloisons en Placostyl.



3) **Energie** :

- Deux chaudières à gaz à haut rendement et basse émission de NO_x assurent le chauffage, ainsi que les calories récupérées sur le refroidissement du cogénérateur.
- Puit canadien relié à une VMC double flux.
- Production de l'eau chaude assurée par un système Héliopac : 100m² de capteur solaire à eau souple pour le circuit primaire et de deux pompes à chaleur d'une puissance de 25kW pour le circuit secondaire, l'eau chaude est stockée dans deux réservoirs de 5000L.



- Alimentation électrique : une éolienne Seewind de 135kW équipé d'un rotor 3 pale d'un diamètre de 22m fixé sur un mât de 35m, un cogénérateur à gaz de 165kVA, 75m² de panneaux photovoltaïque soit 6,8kWc stoker dans un parc de batteries pour les besoins électrique basse tension.

4) **Gestion de l'eau** : récupération des eaux de pluies collectées dans un bassin de 200m³, qui après filtration est réinjectée par pompage dans le circuit d'eau potable.

5) **Chantier propre** : tri sélectif des déchets (7 bennes différentes) pour valorisation ultérieure, utilisation d'huile de décoffrage d'origine végétale, contrôle en continu de la pollution sonore, aire de lavage des roues de camion.



Lycée Pic Saint Loup à Saint Clément de Rivière (34)

Architecte : Agence Pierre Tourre et Archigraphes

Bureaux d'études : Tribu (HQE), Malavier (Thermique), Delorme (Structure), Betso (Fluides)

Surface : 13 673 m² (1290 élèves)

Coût : 13,9M€



- 1) **Bioclimatisme :** respect du site, orientation des bâtiments pour le confort d'été et l'éclairage naturel, maîtrise des énergies, ventilation naturelle (VNAC) des salles de classe, choix des matériaux et composants à faible entretien, brise soleil et stores extérieurs en orientation sud, étagères à lumières et casquettes, inertie lourde du bâtiment.

Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

Nord	Sud	Est	Ouest
37%	36%	14%	13%

2) Structure et matériaux :

Prédilection pour les matériaux faciles à entretenir et renouvelables. Isolation par l'extérieur. Menuiserie aluminium avec rupture de pont thermique. Doubles vitrages peu émissifs.

Ossature	Béton
Façades	Béton + peinture minérale Bardage bois châtaigner
Toitures	Toitures terrassees sur dalle béton
Menuiseries extérieures	Aluminium avec rupture de pont thermique
Revêtement de sol	Linoléum et carrelage
Cloison	Fermacell
Isolation	Laine de roche

Niveau d'isolation avec U en W/m².K :

U murs	0,39
U toit	0,27
U menuiseries extérieures	2,4
K (RT 88)	0,49



- 3) **Energie :** chaufferie gaz haut rendement, système de ventilation naturelle contrôlée pour l'enseignement général, piles photovoltaïques raccordées au réseau, luminaires avec source à faible consommation d'énergie, appareils économes.

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage	39	Gaz
ECS	21	Gaz + Solaire
Eclairage	16	Electricité
Autres	20	Electricité
TOTAL	96	

- 4) **Gestion de l'eau :** consommation d'eau potable par an : 0,8 m³/m², perméabilisation des cours et des cheminements, parking imperméabilisé, 2 Bassins d'orage paysagers.



Lycée professionnel de Foix (09)

Architecte : Scpa Vignieux et Zilio Khorsi et Ordonneaud

Bureau d'études : Carat (Environnement), Ertm Suarez (Structure), Laumond Faure (Fluide)

Surface : 7673 m² (pour 500 élèves)

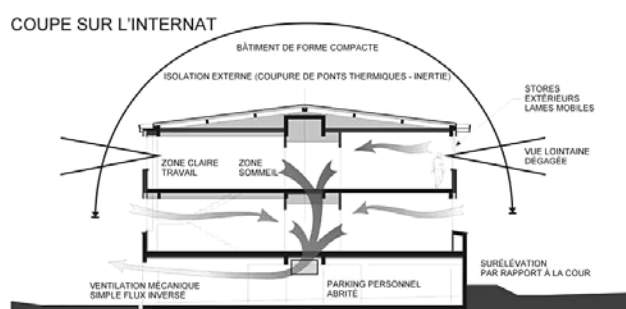
Coût : 11,4 M€



- 1) **Bioclimatisme :** qualité d'ambiance des espaces extérieurs, confort visuel, confort thermique d'hiver, confort acoustique, économie d'énergie, maîtrise du cycle de l'eau, choix des matériaux et techniques, brises soleil orientables extérieurs, rideaux d'occultation dans les chambres, stores dans vitrages pour le CDI et le restaurant, surventilation nocturne, récupération des apports solaires par des circulations vitrées au sud.

Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

Nord	Sud	Est	Ouest	Zénithal
31%	42%	16%	10%	1%



- 2) **Structure et matériaux :**

Isolation par l'intérieur en RdC et répartie à l'étage. Vitrage thermiquement performant. Bonne mixité de structure, choix des matériaux et systèmes avec très peu d'entretien ou entretien facile. Bonne adaptabilité du bâtiment.

Niveau d'isolation avec U en W/m².K :

U murs briques	0,32
U autres murs	0,4
U toit. terrasses	0,18
U toit. légères	0,29
U menuiseries	2,3
K moyen (RT88)	0,32

Ossature	Poteau poutre béton (RdC) et bois (étage)
Façades	Béton (RdC), panneaux bois (étage)
Toitures	Zinc
Menuiseries extérieures	Aluminium à rupture de pont thermique
Revêtement de sol	Caoutchouc synthétique, sol industriel et carrelage
Cloison	Fermacell
Isolation	Laine minérale et polystyrène

- 3) **Energie :** chaufferie gaz avec 2 chaudières haut rendement basse émission de NO_x en cascade + une cogénération gaz, radiateurs basse température dans les salles de cours avec appoint par batteries dans les salles de sciences, planchers chauffants basse température dans les circulations, hall et CDI, préchauffage de l'ECS pour la cuisine et les logements par des capteurs solaires, systèmes de récupération de chaleur pour la ventilation des locaux.

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage	60	Gaz
ECS (Eau Chaude Sanitaire)	28	Gaz + Solaire
Eclairage	13,6	Electricité
Autres	28	Electricité
TOTAL	130	



Lycée des technologies de communication, Limoges (87)

Architecte : Atelier 4 et Alter Studios
Bureau d'études : HQE, Bio intelligence service et Michel Raoust ; acoustique, Delage & Delage ; structure, Cetec ; fluides, Sechaud-Bossuyt.
Surface : 12357m²
Coût : 16,2 millions d'euros



1) **Bioclimatisme** : occultation solaire de 60% de la verrière et façade sud protégés par des volets mobiles pour l'enseignement général, zonage thermique avec espaces tampons.

Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

Nord	Sud	Est	Ouest	Zénithal
45,7%	44,17%	3,7%	4,1%	2,3%

2) **Structure et matériaux** :



Ossature	Béton, bois lamellés collés et brique
Façades	Verre + allèges en béton, Bardage douglas + contreplaqué, moellon granit maçonné
Toitures	Métallique, Végétalisée sur bois
Menuiseries extérieures	Bois + habillage aluminium
Revêtement de sol	Linoléum
Cloison	Cadre métal-laine + Fermacel
Isolation	Laine de roche

Niveau d'isolation :
U en W/m².K

U murs	0,35
U toit	0,29
U menuiseries extérieures	2
G1 (RT 88)	0,22

3) **Energie** : cogénération gaz (petite turbine) raccordée sur deux lycées, VMC double flux et ventilation naturelle l'été dans l'enseignement générale.

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage	23,62	Gaz et cogénération
ECS (Eau Chaude Sanitaire)	3,98	Gaz
Eclairage (lampes basses consommations)	8,91	Electricité et cogénération
Autres	20,58	
TOTAL	65,09	

4) **Gestion de l'eau** : récupération des eaux pluviales pour les WC, robinets temporisés, système de détection de fuites, perméabilisation de la parcelle, bassin de rétention des eaux d'orages.
 Consommation d'eau potable par an : 2 536 m³.





Maison à Saint-Martin-du-Boschet (77)

Architecte : Diether Mundt
Propriétaire : Karin Mundt
Constructeur : Chanvre, Olivier Duport ; Ossature bois,
Ambiance bois
Surface : 100 m² + sauna et garage
Coût : 149815€
Consommation bois : 8 à 10 stères par an



L'emploi de matériaux sains, les économies d'énergie et une bonne gestion de l'eau coulent de source : cofondatrice et ex-directrice de Terre Vivante la propriétaire défend depuis des décennies des options écologiques. Son frère architecte conçoit les plans avec les conseils d'un géobiologue.

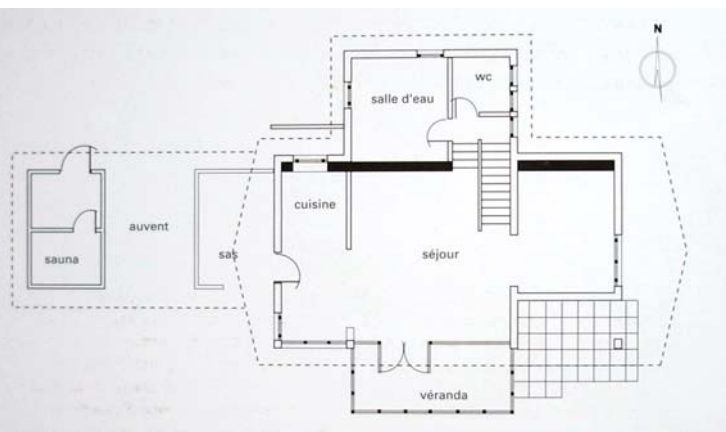
1) **Bioclimatisme** : maison orientée au sud avec un bois au nord et à l'ouest, elle est située dans un pré avec une petite mare fleurie et des plantes grimpantes autour.

2) **Structure et matériaux** : ossature bois (non traité) et chanvre banché. Façade sud presque entièrement vitrée et véranda vitrée (4-6-4), avec brique de terre crue sur 60cm de hauteur. Peintures intérieures et lasures biologiques.



3) **Energie** : chauffage au poêle à bois performant (Hase) situé au centre du séjour, circulation naturelle de l'air chaud pour la chambre à coucher (1^{er} étage) et conduit d'air chaud pour la salle de bain. Panneaux solaires thermiques pour l'eau chaude. Electroménager économe en eau et en électricité, ampoules basse consommation et coupe-circuit électriques.

4) **Gestion de l'eau** : récupération de l'eau de pluie dans une citerne en plastique de 3400 litres qui alimente la machine à laver, la baignoire (eau froide) et un WC (le second étant à compost).





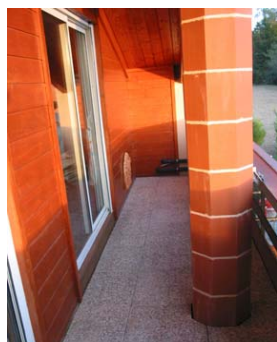
Maison bioclimatique à Toulouse (31)

Équipement solaire : Clipsol
Surface : 180m²
Coût : 140000€
Surcoût bioclimatique : 6861€
Surcoût solaire : 7290€
Ratio énergétique : 19 kWh/m².an



On peut définir l'efficacité écologique comme l'aptitude d'une solution donnée à être écologique pour une valeur financière donnée, l'exemple de choix posé dans ce projet a été celui du solaire. Le gain annuel d'émission de CO₂ par rapport à une solution "tout électrique" est appréciable : 4,7 tonnes, soit l'équivalent de 33570 kms pour un véhicule automobile respectant les normes de 2008. Les gains en déchets radioactifs sont de 0,7kg/an pour les déchets faiblement et moyennement radioactifs (demi-vie < à 300 ans) et de 0,1kg/an pour les déchets fortement radioactifs (plusieurs dizaines de milliers d'années, demi-vie > à 300 ans).

1) **Bioclimatisme :** les capteurs solaires sont positionnés pour bénéficier de l'effet casquette au rez-de-chaussée, la cloison de l'étage est en retrait de 1,5m par rapport à la limite du toit pour bénéficier du même effet. La pergola à protection solaire découvrable permet de modérer le rayonnement solaire direct sur la terrasse. Pièces "à vivre" au sud et pièces "de service" (cage escalier, combles,...) faisant office de volume tampon au nord.



2) **Structure et matériaux :** dalle béton 10cm, carrelage 6cm et isolation inférieure 4cm. Toit isolé grâce à la mise en oeuvre d'une couverture autoportée en éléments ISOX (sandwiches lambris pin / polyuréthane / lambris pin). Les murs extérieurs ont une isolation extérieure composée de panneaux de polystyrène de 10cm d'épaisseur. Les vitrages double vitrage (4/12/4), les vitrages et les portes sont par ailleurs équipés de volets à lames isolantes en aluminium laqué blanc.



3) **Énergie :** 15 m² de capteurs solaires thermiques (Wagner) incliné à 60°, module hydraulique de transfert constitué d'un régulateur à micro-processeur programmable et paramétrable, un ballon de 250 litres chauffé uniquement par l'énergie solaire et un ballon de 100 litres couplé en thermosiphon avec le ballon précédent et doté de résistances électriques d'appoint.



Plancher solaire chauffant au rez-de-chaussée et à l'étage. Un foyer fermé délivre jusqu'à 12kW de puissance thermique (rendement de 80%), la chaleur est diffusée par rayonnement et par convection, un petit diffuseur motorisé et thermostaté assure une diffusion complémentaire en air chaud pour 2 chambres de l'étage. Un seul panneau de 80 Wc, stockage dans 2 batteries au plomb, mini réseau de distribution 12V dans l'habitation : alimentation ordinateur de type PC portable, éclairage terrasse basse tension (20W) et sous-marin piscine (2×50W).



4) **Gestion de l'eau** : deux réservoirs (2000 + 1500 litres) de stockage collectent les eaux de pluie venant des deux tiers de la surface du toit, utilisés pour alimenter les toilettes, les évier et le lave-linge. Le coût total de l'installation est d'environ 1400 euros, la production est estimée à 50m³/an.



5) **Piscine** : isolation latérale, filtration sans produits chimiques, utilisation d'eau de pluie. Abri piscine réduisant l'évaporation et gain de 6°C. Un circuit de tubes de polyéthylène réticulé a été incorporé à la dalle de fond du bassin, une dérivation du circuit plancher de la maison permet ainsi aux capteurs solaires de chauffer la piscine (uniquement avec le surplus de production), gain estimé est de 2°C.



6) **Bilan énergétique** : un bilan énergétique permet de mettre en évidence de manière chiffrée le gain apporté par le système, la maison a été ainsi instrumentée, avec différentes sondes et capteurs d'état de fonctionnement pendant une année complète. Les données, envoyées par télémesure au bureau d'études GEFOSAT ont permis de calculer en toute objectivité la performance de chaque sous-système et de sa fonction associée.

Besoins de chauffage pour habitation équivalente non bioclimatique	14679kWh/an
Besoins chauffage pour cet habitat bioclimatique	7669kWh/an
Estimation de l'apport bioclimatique	7010kWh/an
Taux couverture apport bioclimatique :	47,8%
Besoins thermiques restants pour chauffage et ECS	9712kWh/an
Besoins ECS	2043kWh/an
Apport solaire pour ECS	1377kWh/an
Taux couverture ECS solaire :	67,4%
Consommation électrique pour ECS	665kWh/an
Taux couverture ECS électrique	32,6%
Apport solaire pour le chauffage par le PSD	4923kWh/an
Taux couverture PSD :	64%
Productivité capteurs solaires	414kWh/m ² .an
Rendement énergétique capteurs solaires	41,1%
Consommation bois	3stères/an
Couverture des besoins de chauffage par le bois	2746kWh/an
Taux couverture bois	36%
Apports solaires totaux pour chauffage (Bioclimatisme + PSD)	11933kWh/an
Ratio énergétique de l'habitat	19kWh/m ² .an
Taux couverture besoins chauffage par apports solaires :	81%



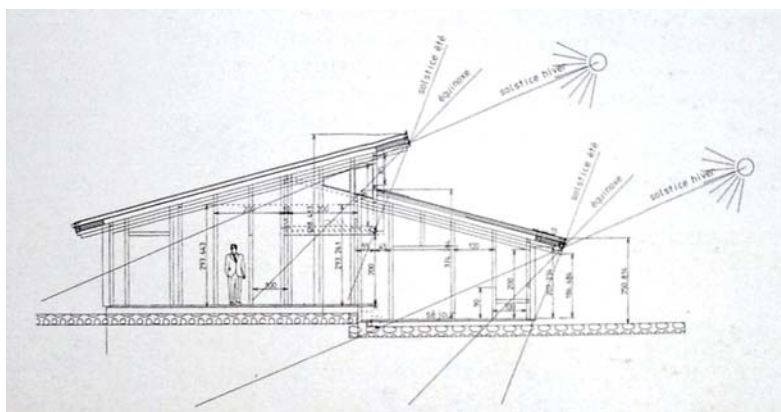
Maison béton et bois à Valsерres (05)

Architecte et charpentier : Eric Boissel
Propriétaire : M et Mme Martin
Constructeur : Construire en mélèze
Surface : 120m² + mezzanines 17m² + garage 35m²
Coût : 182939€
Consommation bois : 3 stères par an
Consommation électrique : 4100 kWh/an
Bilan énergétique globale (chauffage, énergie, cuisine, eau chaude sanitaire) : 720€/an



Cette maison est située sur un terrain avec une faible pente sur le versant sud d'une vallée des Hautes Alpes au climat très contrasté, chaud l'été et froid l'hiver avec vent d'est. Elle est entourée de pavillons récents à 500 mètres d'un village ancien, de plain-pied, elle permet à la famille d'y vivre en prise directe avec la nature.

- 1) **Bioclimatisme :** toutes les pièces sont exposées au sud, face nord aveugle avec circulation couverte, gestion des apports solaires par un système d'avancées de toiture, 40 fenêtres double vitrage.



- 2) **Structure et matériaux :** ossature apparente en mélèze, sol en carrelage sur dalle béton isolée et empierrement, charpente et menuiseries en mélèze, toiture en fibrociment sans amiante. Façade nord entièrement en bois de mélèze non traité et façade sud avec des tuiles de béton pour les parties basses les plus exposées au soleil. Isolation par l'extérieur en brique de terre crue (murs stockeurs) ou complexe isolant avec laine de roche.
- 3) **Energie :** panneaux solaires thermiques en façade qui alimentent les planchers chauffants, les murs rayonnants et l'eau chaude sanitaire (avec appoint électrique). Complément de chauffage avec un poêle à bois en fonte double combustion.





La Maison du Soleil à Rochefort (17)

Propriétaire : Carole et Jean Blugeon
Association : Multi-Energies Renouvelable 17
Surface : 130m²
Consommation électrique : 2600 kWh/an
Consommation bois : 5 stère par an
Consommation gaz : 7 bouteilles de 13kg de Butane



Le propriétaire de cette maison est le président de l'association M.E.R. 17 (12 rue de la Mauratière 17300 Rochefort/mer) et il écrit des articles pour le magazine *La Maison écologique*. Cette association a pour but le développement des énergies naturelles renouvelables, respectueuses de l'environnement, la promotion de l'efficacité énergétique et de la Haute Qualité Environnementale. Construite en 1994 dans un lotissement près du centre ville, cette maison consomme 2 fois moins d'énergie qu'une maison ordinaire, avec un confort supérieur, et fait appel aux énergies renouvelables.



1) **Bioclimatisme** : 50% de la façade sud est vitrée grâce à une serre enclavée, créant un "cœur chaud" et une pièce à vivre (jardin d'hiver) très agréable. Protections solaires optimisées à l'intérieur de la serre. Environ 50% des besoins de chauffage couverts par l'énergie solaire passive et 10% par les apports "gratuit" (chaleur des occupants, cuisson et appareils électriques).



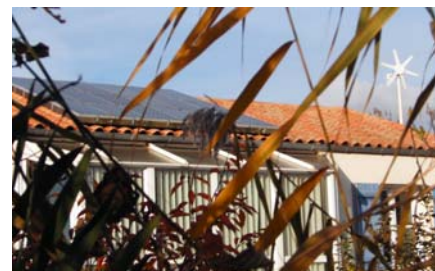
2) **Structure et matériaux** : brique de terre cuite, mur du fond de serre stockeur de chaleur en brique de terre crue, utilisation de bois et enduit à la chaux. Produits de traitement du bois et lasures non toxiques.

3) Energie :

- Chauffage (40%) assuré par un poêle à bois au centre de la maison.
- 4m² de capteurs solaires et un ballon de 300 litres couvre 67% des besoins en eau chaude de la famille (4 personnes), appoint assuré par un chauffe-bain instantané à gaz.
- Micro-centrale photovoltaïque Phébus couplée au réseau EDF et installée en toiture, 12m² de capteur (1260Wc), fournit 50% des besoins en électricité (1300 kWh/an).
- Le courant continu, produit par 10m² de capteur solaire (730Wc) est stocké dans un parc de batterie, utilisé pour l'éclairage basse tension et, en été, le réfrigérateur et la TV via un onduleur performant. Autonomie de 4 jours et 25% des besoins couverts.
- Une petite éolienne (91cm de diamètre) d'une puissance de 75W (24V) contribue, à hauteur de 5%, à la recharge des batteries.



4) **Gestion de l'eau** : jardin aquatique (mare, ruisseau, cascades et fontaines), récupération des eaux de pluie. Jardinage biologique et compostage des déchets verts.



La Maison du Soleil



Domespace en bois à Scaer (29)

Architecte concepteur : Patrick Marsilly

Constructeur : Domespace

Surface : 200m² de planchers soit 114m² habitables (avec 1,80m sous plafond)

Coût du kit : 91500€

Coût total : 152450€ (avec le terrain)

Consommation bois : 4 stères par an



Le concepteur de Domespace, Patrick Marsilly a créé l'entreprise en 1988. C'est en inspirant des formes de la nature (coquillage, œuf,...) qu'est venu l'idée d'une maison de forme lenticulaire avec deux culottes sphériques opposées dont le plancher fait la jonction. Une centaine de maison Domespace sont construites aujourd'hui, cet exemplaire est situé à 300m d'un hameau dans le Gard, à flanc de colline avec une pente orientée sud-est, en bordure d'une forêt de chênes verts de 20000 ha.

1) **Bioclimatisme :** intégration dans le paysage, solaire passif optimisée grâce à la forme en dôme et à la possibilité de faire tourner la maison afin d'orienter les ouvertures principales en fonction du soleil.



2) **Structure et matériaux :** structure en lamellé-collé d'épicéa et plaques d'OSB (Oriented Strand Board) avec colles à faibles émissions de formaldéhyde, couverture en bardeaux de red cedar imputrescible (provenant de forêt canadiennes avec des garanties de replantations) et bardage des parties basses verticales en mélèze. Isolation à base de liège en granulés, vitrages peu émissifs (Vélux gamme confort). Parements intérieurs, planchers et escalier en bois. La maison repose sur une couronne avec roulement à billes et une dalle de béton, d'un diamètre de 2,20m.



3) **Energie :** chauffage avec un foyer fermé suspendu (Focus) avec cheminée centrale et un radiateur électrique dans la salle de bain. Deux cumulus électriques pour l'eau chaude.





Maison solaire Daurel à Bordeaux (33)

Architecte : Régis Daurel
Bureau d'études : Thermicien, Clipsol ; Structure bois, Grenouilleau
Surface : 216m²
Coût total : 281060€
Coût équipement solaire : 25000€
Coût isolation en liège : 8856€
Coût stores vénitiens : 6541€
Consommation gaz : 15214 kWh/an soit 660€
Bilan carbone : 117 kg de CO₂/m²
Ratio énergétique : 3,05€/m².an



Cette maison d'architecte se situe dans un quartier du centre ville, sur un terrain carré de 800m² environné de constructions de faible hauteur. La maison a été conçue avec comme objectifs d'être contemporaine, fonctionnelle, transparente, accueillante, ouverte sur le jardin, ensoleillée, avec des espaces fluides, économique à l'usage et simple à vivre.

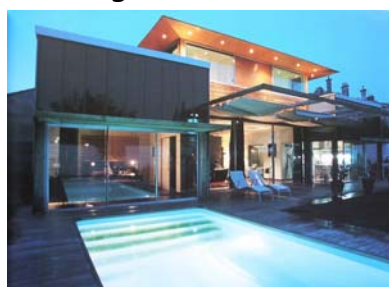
1) **Bioclimatisme :** la maison (avec un étage) sur plan carré coiffée par une toiture pyramidale est insérée dans un volume de RdC en U ouvert au sud, prolongé à l'ouest par une longue piscine. La toiture du U est une terrasse et la façade nord est aveugle. Les 85m² de surface vitrée intègre des protections solaires : toiles rétractables microperforées horizontales au dessus des grandes baies du séjour complétés par un voilage intérieur, les autres ouvertures possèdent des stores vénitiens à lamelles bois (acacia).



2) **Structure et matériaux :** ossature bois en sapin du nord (Finlande et Russie), contreventement par des panneaux raidisseurs de 12mm d'épaisseur en OSB (Finlande et Brésil), des panneaux CTBH de 23mm supportent l'isolant et l'étanchéité des terrasses. Utilisation ponctuelle du lamellé-collé en sapin blanc (Résorcine). Isolant en liège : 100mm en façade, plancher intermédiaire et terrasse, 200mm sous la couverture de tuile de terre cuite. Au RdC, bardage en clins de 30mm en cèdre du pays provenant d'arbres abattus par la tempête du 26 décembre 1999 ; à l'étage, bardage de contreplaqué Navirex en okoumé. Sols en hêtre brun et caillebotis des terrasses en cèdre. Double vitrage faible émissivité 10/8/6 de chez Cristal Glass avec un coefficient thermique de 1,5 W/m².K.



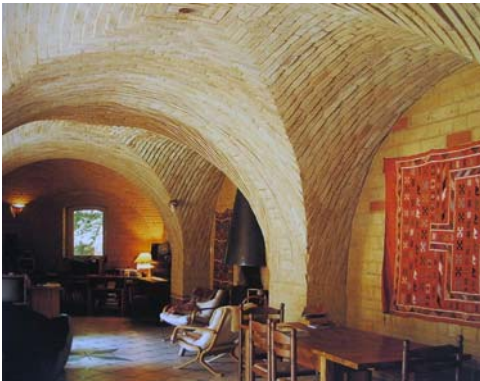
3) **Energie :** chauffage du planché bas (recouvert d'une dalle en béton de 16cm), de l'eau chaude sanitaire (ballon de 330 litres) et de la piscine par 18m² répartis en deux plans verticaux de part et d'autre de l'étage. Chauffage intermittent de l'étage et appoint principal assuré par une chaudière murale au gaz naturel à ventouse (modèle Perge MGV 23V). Un pupitre de programmation-régulation Blocsol gère l'ensemble des équipements : PSD (Plancher Solaire Direct), radiateur de l'étage, échangeur de la piscine et eau chaude sanitaire. Une cheminée à foyer ouvert (avec de plaques de fonte) contribue également au chauffage.





Maison en brique de terre crue (31)

Architecte : Alain Klein
Concepteur : terre crue, Inventerre ;
serre, Robinson Tillie
Surface : 200m²
Coût : 68602€
Consommation de gaz : 915€/an
Durée du chantier : construction
étalée sur 5ans



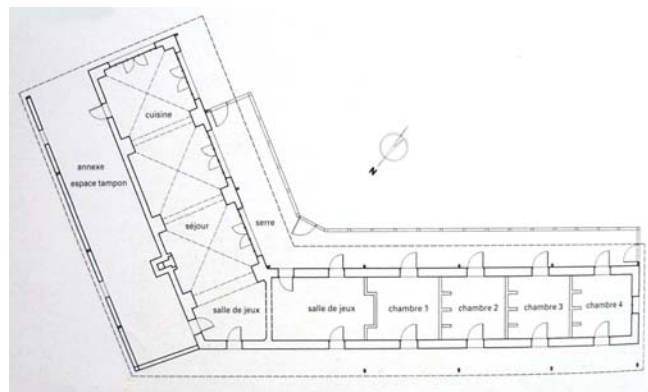
La maison se situe dans le sud-ouest, dans le fond d'une vallée encaissée avec de fortes variations thermiques et une pluviométrie relativement élevée (1000 à 1200 mm/an). Le propriétaire a travaillé pendant un an au Mali et dirigé avec l'architecte Alain Klein un important chantier de terre crue, ce qui lui a permis de fabriquer lui-même près de

20000 briques (sur place) pour sa maison, il a aussi entièrement autoconstruit sa maison avec l'aide de l'architecte et les conseils d'un géobiologue. Il exerce l'activité de pisciculteurs maraîchers bio, le temps accordé à la construction fut donc celui de non production (saison froide et pluvieuse), d'où l'idée de fabriquer une structure métallique parapluie avec une couverture acier, prévue pour être intégrée dans l'architecture définitive de la maison.



1) **Bioclimatisme** : plan en angle largement ouvert au sud avec un couloir serre, abrité du nord par des espaces tampons, les chambres sont orientés au sud-est.

2) **Structure et matériaux** : structure parapluie métallique avec couverture en bac acier. Voûte nubienne en brique de terre crue compressée : cette technique consiste à



bâtir sans coffrage grâce au pouvoir d'adhérence du mortier de terre. Isolation avec des rafles de maïs et de vieux matelas de laine entre les voûtes et la couverture, le mur nord est isolé par un mélange de terre et de paille.

3) **Energie** : chauffage central au gaz par le sol pour les pièces à vivre et par radiateurs dans les chambres. Utilisation du solaire passif par le biais de la serre. Cheminée à foyer ouvert dans le séjour et cuisinière à bois dans la cuisine. L'eau chaude sanitaire est produite avec le chauffage central en hiver et électriquement en été.



Maison cubique Duvernoy à Chemaudin (25)

Architecte : Bernard Quirot
Maître d'oeuvre : agence Quirot-Vichard
Maître d'ouvrage : Jean et Sylviane Duvernoy
Surface : 120m²
Coût : 119600€
Bilan carbone : -50kg CO₂/m²
Ratio énergétique : 5,46€/m².an

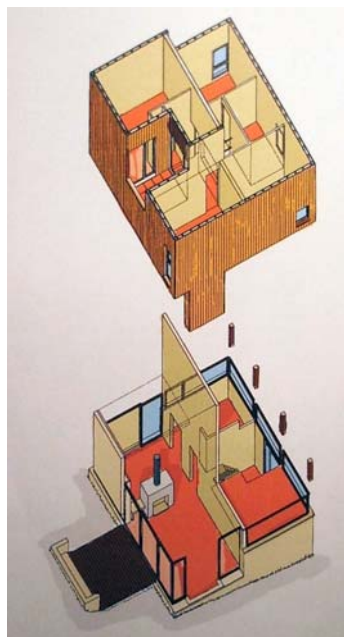


Cette maison, bâtie à quelques kilomètres de Besançon, se trouve dans un lieu construit mais peu dense, sur un terrain en pente descendant vers le nord. Elle de forme cubique répartie sur 4 demi-niveaux desservis par un escalier central en hélice conduisant à une toiture terrasse.

1) **Bioclimatisme :** bandeau vitré s'étirant sur toute la façade nord et se retournant sur les pignons, large ensemble de coulissants dans l'angle sud-ouest et sud-est, divers allèges vitrés et une porte-fenêtre ouvrant sur le patio. Ainsi, le rayonnement solaire est présent partout selon des angles différents en azimut et en hauteur ; selon les heures, les saisons et l'endroit, l'ambiance varie du plus intimes au plus ouvert sur l'extérieur.



2) **Structure et matériaux :** des éléments de l'enveloppe en parpaings ceinturent le niveau principal, alors qu'un refend longitudinal s'élève jusqu'au sommet, ce socle est surmonté d'une ossature bois. Isolation des façades en parpaings par doublage intérieur (8cm + plaque de plâtre) et protégées par un enduit minéral traditionnel. Isolation de l'enveloppe bois par 12cm de laine de roche, contreventement par panneaux de triply (OSB de 10mm d'épaisseur) et bardage extérieur de mélèze lasuré (lames disposées verticalement). Les terrasses sont isolées par 80mm de polyuréthane en partie courante et 10mm sur une bande périphérique de 50cm. Planchers en bois aux solives apparentes et sol en carreaux de terre cuite dans le salon. Menuiseries en bois lasuré équipées de double vitrage classique et sans occultation.



3) **Energie :** le plancher du niveau principale en béton intègre un réseau hydraulique de chauffage basse température sur chaudière au gaz naturel, elle alimente aussi des radiateurs acier pour les étages et produit également l'eau chaude sanitaire. Cheminée d'agrément à foyer ouvert.





Maison de ville et brique de chanvre à Grenoble (38)

Architecte : Gérard Gasnier

Propriétaire : Anne Garrigues et Jean-François Maniglier

Constructeur : maçonnerie, charpente, isolation, Olivier Duport

Surface : 110m² + 90m² d'extension + 60m² de terrasse

Coût : 260000€

Le point de départ est une maison du XIX^{ème} siècle, l'architecte a conçu une extension contemporaine qui n'occulte qu'une faible partie de la façade existante. Les propriétaires ont imposé le constructeur à l'architecte car ils voulaient une extension en chanvre, un matériau chaleureux et qui respire. Olivier Duport est devenu un des pionniers de l'utilisation du chanvre dans le bâtiment et il a lancé avec des associés une entreprise de production de briques de chanvre. La partie ancienne a été transformée : plancher abaissé et murs refaits.



1) **Bioclimatisme :** séjour avec grande surface vitrée dans l'angle sud-est avec large débord de toiture pour éviter les surchauffes d'été. Chaufferie, cellier, salle de bain et bureau situés dans la partie nord de l'extension. Intégration de l'extension au bâti existant, au quartier de centre ville et au jardin ; qui a pourtant été refusée dans un premier temps par l'architecte conseil de la mairie pour des raisons esthétiques.



2) **Structure et matériaux :** ossature bois en sapin de pays, dalle de chanvre 15cm sur empierrement 25cm recouverte d'un plancher en châtaigner. Mur courbe en béton de chanvre banché, les autres en briques de chanvre, enduit à la chaux sauf quelques murs en ossature bois et bardage mélèze. Parements intérieurs en plaques de Fermacell et remplissage chanvre en vrac. Isolation toiture avec 25cm de laine de chanvre et couverture en zinc. Etanchéité terrasse bicouche bitume avec platelage en mélèze, la terrasse sera en partie végétalisée. Huisseries bois (sapin rouge du nord) pour la partie rectiligne, métal pour la partie courbe équipées de doubles vitrages peu émissifs.



3) **Energie :** la chaudière au gaz de ville produit le chauffage avec radiateur et également l'eau chaude sanitaire, régulation et programmation électronique du chauffage ont été très appréciées par les propriétaires.

4) **Gestion de l'eau :** pour les égouts, séparation des eaux de pluie et des eaux usées afin de se conformer aux futur norme européennes.





Maison expérimentale à La Vacquerie (34)

Architecte : Jean-Pierre Campredon et Christophe Mégard
Ingénieur : Michaël Flach et Christian Luginbühl
Bureau d'études : Arborescence
Surface : 110m²
Coût : 155000€
Coût équipement solaire : production eau chaude et gaines 3200€
Coût équipement rafraîchissement : aménagement et stock de galets 4570€
Bilan carbone : 349 kg CO₂/m²



Le site expérimental d'architecture et de recherche sur l'habitat bioclimatique de Cantercel se situe à la frontière du plateau du Larzac et de la vallée de l'Hérault à 800m d'altitude. Le climat est donc très contrasté, entre douceur méditerranéenne pendant l'été et froid, humide et avec du vent le reste de l'année. Cette maison est un lieu de villégiature pour les concepteurs mais également d'accueil pour des étudiants en architecture, soit 3 à 6 personnes toute l'année. Pour la construction, la gestion et le confort, la maison répond aux critères HQE et par ses formes elle est en relation harmonieuse avec l'environnement.

1) **Bioclimatisme** : implantation sur une pente sud-est protégé au nord par une forêt de pins. Grandes ouvertures (avec casquette) et serre solaire au sud, éclairage zénithal au centre. Espace tampon constitué par la cave enterrée au nord. Etude géobiologique afin de définir le réseau Hartmann (réseau électromagnétique maillant l'écorce terrestre) du site avant d'implanter définitivement la maison.



2) **Structure et matériaux** :

- Structure en pierre du terrain et chaux pour le soubassement au nord, ossature bois en douglas et épicéa avec arbre central en pin (avec sa ramure d'arbalétriers, de contrefiches et de poinçons) pour le reste de la structure. Chaux renforcée de bambous et de tiges de vignes pour les fondations.



- En partie nord, sol isolé avec du verre cellulaire (Foamglass) en dessous du lit de galets (50cm) surmonté d'un bidim (film géotextile non tissé en polypropylène à forte porosité) qui retient un sol en terre cirée en surface (aspect marbré). Au-dessus des pilotis, le plancher bois est garni de 20cm de ouate de cellulose.

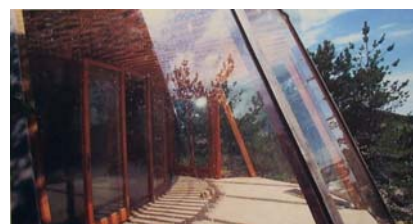
- Murs avec panneaux intérieurs en Fermacell, isolation de 15cm de ouate de cellulose, plaques de bois bitumées à l'extérieur recouvertes d'un bardage en bois naturellement résistants (mélèze, cyprès et cèdre).

- Plafond moitié sud en planches de bois cintrées de manière concentriques (représentant les cernes d'un arbre que l'on voit lorsqu'il est abattu) couvert



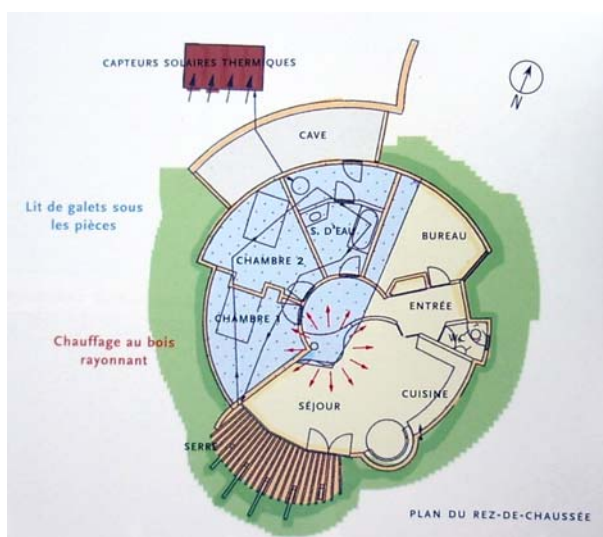
d'un bardage en châtaignier. La toiture en partie nord est végétalisée : membrane d'étanchéité sans chlore, couche drainante, bidim et 15cm de terre du site. Le tout étant isolé par 20cm de ouate de cellulose.

- Roseaux pour support d'enduits en terre crue et de chaux sur certains murs intérieurs, utilisation de toile de jute.
- Menuiseries en cèdre et en mélèze équipées de doubles vitrages peu émissifs, serre en polycarbonate.



3) Energie :

- Système de chauffage solaire passif qui fonctionne grâce à la serre avec un transfert de chaleur vers les chambres à travers le lit de galets (dans des gaines en tôle rigide) dont le ventilateur est déclenché par cellules photovoltaïques (un module de 0,5m² SolarModul SM 55).
- Chauffage Hypocauste : cette notion, qui date de l'époque romaine, définit un mode de transport de l'air chaud en circuit fermé vers des surfaces capables de restituer la chaleur dans les pièces par rayonnement. L'air chaud émane d'un foyer fermé avec post-combustion (poêle à bois Hurotherm 10kW EVS) situé au centre de la maison. Il est pulsé, selon les besoins, soit dans des conduits situés dans un mur en terre crue pour stockage et restitution lente, soit dans certaines cloisons à faible inertie pour le réchauffement rapide.



- L'eau chaude sanitaire est fournie par 6m² de capteurs solaires : le système Powerpack, d'une puissance de 5kW, est composé de trois capteurs Solahart 303 l et d'un ballon Combipack de 315 litres avec une résistance électrique de 2,4kW. Les capteurs ont été placés sur le toit végétalisé un peu en retrait.

4) Gestion de l'eau : eaux pluviales collectées pour l'arrosage, eaux grises traitées par filtres à roseaux, toilettes sèches avec ventilation et bac de compostage.



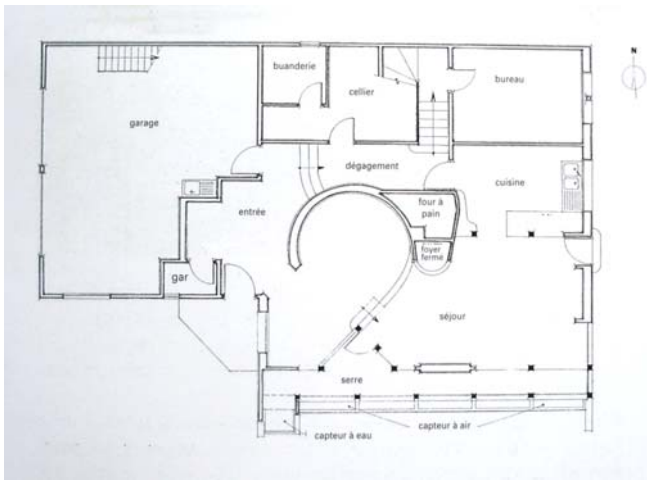


Maison de la biodiversité à Castanet-Tolsan (31)

Autoconception : Patrick Charmeau
Spécialiste construction ancienne et tailleur de pierre : Jean-Louis Boistel
Surface : 220m² + annexes
Coût : 88420€
Consommation bois : 2 stères de chêne sec par an
Consommation électrique : 2500 KWh/an
Bilan énergétique globale : 451€/an



Cette maison, très pensée, soutenue par des convictions solides, englobée dans un projet de vie tendant vers un maximum d'autonomie, elle a aussi laissée une large place à l'expérimentation et aux coups de cœur.



1) **Bioclimatisme** : la pente du terrain n'est pas un optimum pour une conception solaire : plutôt sud-ouest, au lieu de sud sud-est, d'où des risques de surchauffe en fin d'été. Forme compacte, agencements optimisés et espaces tampons au nord.

2) **Structure et matériaux** : colombage châtaignier sur fondations en béton cyclopéen (technique de construction traditionnelle par enchâssement de pierre dans des lits de béton de chaux successifs, dans lesquels les pierres ne se touchent pas), remplissage en torchis. Briques de terre crue comprimée ou brique d'adobe (blocs de terre crue moulés, puis séchés, généralement armée de fibres végétales) selon la fonction thermique des parois. Sols chauffant en brique de terre cuite creuse, isolation en rafles de maïs. Enduits intérieurs (2cm) de terre crue et de sable : 1 part de terre argileuse (issue des fouilles de la maison), 2,5 part de sable et 1,5 part de foin coupé. Le coût de cet enduit est de 0,21€/m² et le coût en énergie grise est très bas (pas de cuisson et de transport). Toiture isolée en chènevotte de chanvre (fibres ligno-cellulosiques constituées par la partie centrale des tiges de chanvre, séparées des fibres longues de la partie externe). Finition en produits biologiques.



3) **Energie** : chauffage solaire passif : serre, capteurs à air autoconstruit, circulation d'air dans les sols et les murs. Appoint avec foyer fermé à bois et un four à pain, couplés au réseau de distribution d'air chaud.

4) **Gestion de l'eau** : récupération des eaux pluviales et potabilisation, lagunage individuel avec phytoépuration (accepté par la DDASS).

5) **Chantier propre** : autoconstruction avec l'aide d'amis, environ 1500 heures de travail, avec une ambiance très internationale (uruguayen, canadien, portugais, camerounais, péruvien,...).



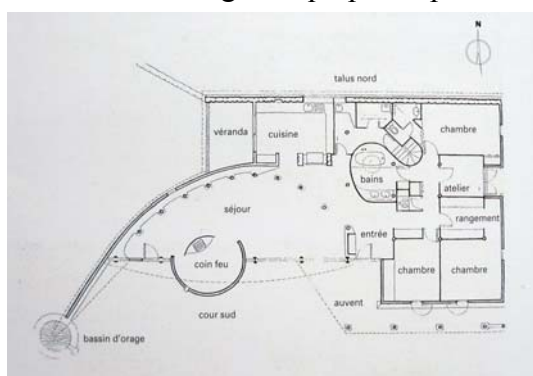


Maison avec toiture végétalisée à Monsols (69)

Architecte : Yves Perret, Atelier de l'Entre
Propriétaire : Hélène et Robert Giraud
Surface : 181m² + garage avec cellier et atelier de 60m²
Coût : 246000€
Consommation électrique : 3300 kWh/an
Consommation gaz : 4000 litres par an
Consommation bois : 1 stère par an



Les propriétaires, étant sensibilisés à l'alimentation bio et écologique, souhaitent une maison écologique, économe en énergie et qui participe au développement des filières de matériaux naturels. La maison est



construite sur une prairie d'1,5 hectare au sommet d'une colline à l'extrémité du village, exposée à la fois aux regards et aux aléas climatiques. L'Atelier de l'Entre construit des maisons de ce type depuis 15 ans même si les trois quarts de son activité sont les chantiers publics.

1) **Bioclimatisme** : maison de plein pied enterré au nord, ouverte au sud, parfaitement intégrée dans le paysage. Avancé du toit en forme de course du soleil protège des surchauffes estivales.

2) Structure et matériaux :

- Soubassements et mur nord en pierres récupérées sur place et mortier de chaux, isolés de l'intérieur par des plaques de liège et parements en Fermacell. Les poteaux de bois bruts, la charpente et le plafonds en sapin proviennent d'un bois tout proche, coupé en bonne lune et traité aux sels de bore (soit 40m³ de bois). Les murs sont composés de plaques de Fermacell, isolation de ouate de cellulose insufflée, de panneaux de fibre de bois bitumé et d'un bardage en mélèze non traité.
- Toiture végétal : plafond sapin 4cm sur solives, forme de pente en béton de vermicule (6cm au point bas), 10cm de laine de roche, membrane d'étanchéité sans chlore soudée à chaud, complexe drainant (plastique alvéolé) pour drainer et retenir la terre sur les parties en pente, 8cm de terre végétale ensemencée de fétuques et de sédums, mousses et graminées s'y sont installés naturellement.
- Sols en carreaux de terre cuite sur dalle béton, isolée par-dessous avec des plaques de laine de roche. Menuiseries en mélèze avec double vitrage, terrasse en châtaigner, badigeons à la chaux et peintures bio.



3) Energie :

chauffage plancher solaire direct et eau chaude sanitaire alimentés par 17m² de capteurs solaires thermiques (Clipsol) en toiture. Chaudière propane et cheminée bois en appoint. L'énergie solaire assure 30% du chauffage et 63% de l'eau chaude. Equipement : électroménager économe, aspiration centralisée et électricité basse tension dans les chambres pour limiter la pollution électromagnétique.



4) **Gestion de l'eau** : récupération des eaux de pluie de toiture dans un bassin situé au bout de la pointe ouest de la maison.



Maison en bois cordé à Beruges (86)

Propriétaire et autoconcepteur : Jean-Marie Bernier

Stage effectué par le propriétaire : association Spirale, Alain Richard

Surface : 115m² + garage de 32m²

Coût : 92308€

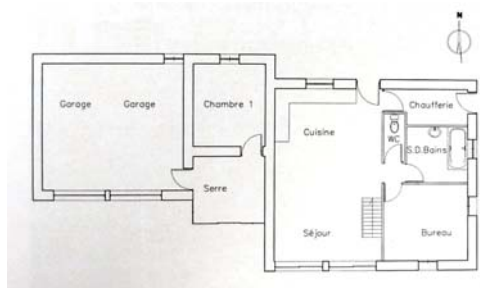
Coût des murs : 15000€

Consommation électrique : 1210 kWh/an

Consommation bois : 7 stères par an



Le propriétaire, écologiste et militant dans les milieux alternatif (anti-nucléaire, non violence,...), décide de construire une maison saine, belle, chaleureuse, économique et parfaitement en cohérence avec ses convictions. De nombreuses visites de maison bioclimatiques lui ont permis de faire un choix original, le bois cordé. Un séjour au Bio Lopin chez Alain Richard lui a permis de se familiariser avec cette technique, puis de l'appliquer à sa maison située sur les hauteurs d'une rivière dans un environnement de bocages. Le climat y est océanique, pluies automnale et printanière.



1) **Bioclimatisme :** maison orientée plein sud avec de grandes baies vitrées, débord de toiture pour protéger du soleil d'été. Espaces tampons constitués à l'ouest (vents dominants) par le garage et une haie, au nord-est par la chaufferie.

2) **Structure et matériaux :** dalle béton avec vide sur sanitaire (pour préserver de l'humidité), ossature en sapin douglas (faite par un menuisier). Murs extérieurs (160m²) en bois cordé : bûches en châtaignier local de 40cm de longueur (sec de 3 ans) placées en travers, assemblées par un mélange de sable, de chaux naturelle, de ciment et de sciure de bois, ménageant un espace centrale empli de sciure. Mur intérieur en brique de terre crue (prélevée sur place) et carrelage de terre cuite confèrent à la maison une bonne inertie thermique afin de stocker l'énergie fournie par le soleil. Cloisons en plaques de gypse-cellulose, lambris imprégnés d'huile de lin et parquets de mélèze. Toiture en tuile canal de terre cuite isolée avec de la laine de mouton brute, achetée à un tondeur local et naturellement protégée des parasites par le suint.



3) **Energie :** plancher solaire au RdC alimenté par 15m² de capteurs solaires thermiques, complété par un ballon tampon de 1000 litres (autonomie de 2 jours sans soleil). Pour l'eau chaude sanitaire un ballon de 170 litres est intégré dans le ballon principal. L'appoint de chauffage et d'eau chaude est assuré par un poêle-bouilleur à bois irlandais, qui alimente également des radiateurs à l'étage. Un puits canadien vient compléter le dispositif et agréablement rafraîchir la maison en été.



4) **Gestion de l'eau :** récupération des eaux de pluie dans une citerne de 36m³ et épuration des eaux usées par bassins de macrophytes en projet.



Maison autonome Darviot à Goyave (Guadeloupe)

Architecte : Laurent Darviot
Bureau d'études : photovoltaïque et éolien,
Suntec ; eau chaude sanitaire, Solarinox
Surface : 186m²
Coût : 139932€
Coût solaire : 1380€
Coût éolien et photovoltaïque : 9689€
Ratio énergétique : 0,45€/m².an



Cette maison est construite sur un vaste terrain humide et isolé (12000m²) à 200m de la plage. Selon une expression de l'architecte (concepteur et habitant) : cette maison a été déposée sur le site naturel, avec la possibilité de l'en retirer pour rendre le site à son état originel. La construction sur pieux avec un plancher surélevé permet de créer un socle stable sur un sol de mauvaise qualité (ancienne mangrove) et favoriser une ventilation naturelle de la sous-face du plancher.



1) **Bioclimatisme** : orientation perpendiculaire aux alizés dominants du sud-est (vitesse moyenne de 5m/s), l'étroitesse du bâti (4m) favorise une ventilation transversale. Des volets roulants microperforés protègent le séjour et la terrasse centrale. Dans les pièces de jour, les baies sont closes par des jalousies vitrées mobiles. Dans les chambres et les sanitaires, des jalousies pleines modulent les surfaces d'ouverture en fonction des circonstances. Des vantelles fixes en bois aux lames inclinées à 45° sur la face nord. Les couvertures débordantes de couleur claire réfléchissante protègent les espaces habitables, les terrasses et les façades.



2) **Structure et matériaux** : pieux en bois guyanais (10m³ d'angelim et de balata), ossature et charpente constituées de 3m³ de pin traité de classe 4. Le deck (parquet du RdC et terrasse) comme le plancher de l'étage partiel sont en ipé (250m²), importé de Guyane. Les 324m² de bardage de 22mm d'épaisseur sont réalisés en douglas. Toiture constituée d'une tôle ondulée en aluminium (couleur alu naturel) et isolée par 4cm de polystyrène. Menuiseries aluminium avec des vitrages de qualité "Sécurité".



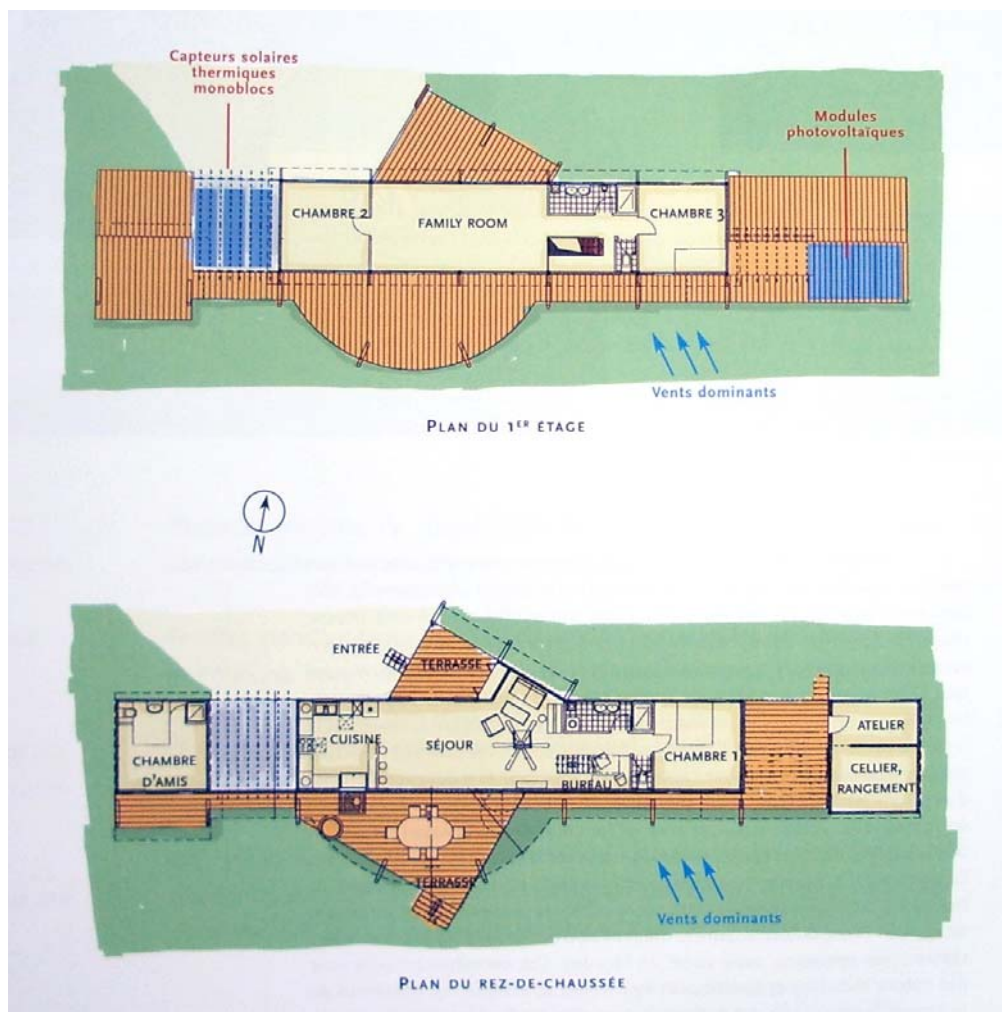
3) **Energie** : eau chaude sanitaire fournie par 3 modules de 1,4m² Solarinox installés en couverture de pergola sous un angle de 10°, de type autostockeurs, ils sont couplés à 3 ballons de 160 litres et pourvoient à 100% des besoins (y compris pour le lavage du linge et la vaisselle). Une centrale photovoltaïque de 1kW (8 panneaux) fixés sur le rampant sud du toit du cellier et une éolienne de 1kW



fixée sur un mât de 12m alimentent des batteries de 1200 Ah en 24V (via un onduleur 1200VA). Cette installation permet de couvrir la totalité des besoins en électricité du foyer, la maison n'étant pas reliée au réseau de distribution d'énergie collectif, un groupe électrogène a été prévu pour pallier un défaut de vent ou de soleil. La cuisine au gaz est assurée avec 3 bouteilles par an.

4) **Gestion de l'eau** : système de récupération des eaux de pluie avec deux réservoirs de 800 litres chacun, permettant l'arrosage du jardin et l'alimentation des toilettes.

5) **Chantier propre** : préfabrication des panneaux de façade dans un atelier distant de 15km afin d'élever la maison rapidement lors d'un chantier à faibles nuisances. Utilisation d'outils de levage seulement pour une courte durée, qui a permis une part importante d'autoconstruction (500 heures).





Maison avec verrière à Pélissanne (13)

Concepteur et maître d'œuvre :

Patrick Sauvage

Propriétaire : Patrick Sauvage

Bureau d'études : thermique,
Robert Célaire de Concept énergie

Surface : 150m² + serre 15m²

Coût : 146351€

La particularité de cette maison est sa grande verrière qui permet un jardin d'hiver très exotique, il y pousse des bougainvilliers et des bananiers.

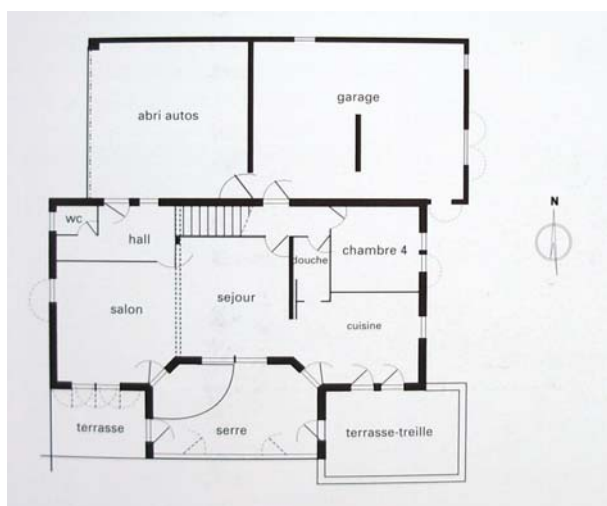


1) **Bioclimatisme :** volume compact pour limiter les déperditions et volume annexe protégeant la maison au nord. Véranda centrale au sud avec 35m² de simple vitrage (8mm) sur deux niveaux, ouvertures sur les façades et dans la véranda pour créer des courants d'air en été, des volets roulants séparent la verrière de la maison proprement dite. Inconvénient de la serre : la condensation due au simple vitrage.

2) **Structure et matériaux :** structure en brique monomur en terre cuite de 37cm. Toiture en tuiles canal isolée par de la laine de roche. Finitions en produits biologique (peinture, lasures,...) et câbles électrique blindés.

3) **Energie :** chauffage grâce à la véranda bioclimatique qui couvre 75% des besoins, l'appoint étant assuré par un poêle à bois Jotul. Aujourd'hui, le propriétaire sacrifierait le chauffage central au propane installé par précaution (qui n'a servi que trois ou quatre fois en 3 ans) au profit d'un double vitrage pour la verrière.

Capteurs solaires thermiques pour l'eau chaude sanitaire en projet.



4) **Gestion de l'eau :** épuration et raccordement au réseau collectif.



Maison en rondins bruts empilés à limoges (87)

Maître d'oeuvre : Aaland

Propriétaire : Pierre Ginouvès

Surface : 170m² + terrasse 35m² + garage 50m²

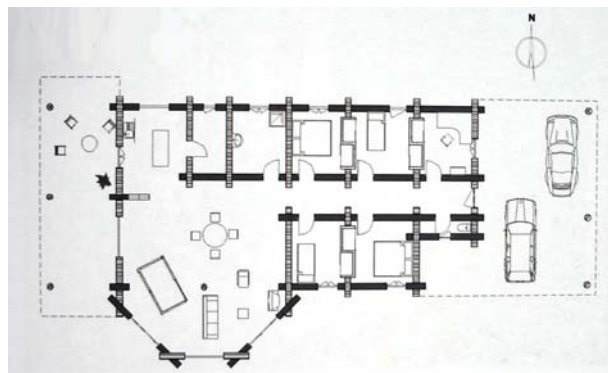
Coût : 190500€

Consommation chauffage : 13000 kWh/an (soit 861€)

Autre consommation d'électricité : 7200 kWh/an (soit 500€)



La maison des Ginouvès sert de maison-témoin pour l'entreprise de construction Aaland, elle se situe en bordure de forêt à 550m d'altitude, à 20km de limoges, le climat est venté relativement froid et humide l'hiver. Dans la technique de construction des fustes (maison en rondins bruts empilés), le matériau mis en œuvre est le fût de l'arbre simplement écorcé à la main, pour ne pas abîmer le cambium (couche périphérique de bois en formation) qui est relativement imperméable et va donner l'aspect final au bois. L'ajustage des fûts consiste à emboîter les bois deux à deux en creusant une gorge qui vient épouser sur ses arêtes le forme du bois qu'elle recouvre, cette gorge sera remplie d'une laine naturelle lors du remontage.



1) **Bioclimatisme :** principales ouvertures au sud avec avancée de toiture pour se protéger du soleil d'été, terrasse abritée à l'ouest et garage à l'est.



2) **Structure et matériaux :** dalle béton sur sol drainant, isolation du sol en polystyrène extrudé avec chape chauffante et carrelage dans toute les pièces. Murs et cloisons en troncs de sapin douglas du Limousin, traité par un produit insecticide et fongicide classique parmi les moins toxiques contenant : 0,05% de perméthrine et 0,15% de propiconazole en solution aqueuse (sans solvant). Le joint entre les rondins est une lanières de laine de mouton texturées de 8cm d'épaisseur et 10cm de largeur, fabriquées à Limoge par Textinap. Plafond en sapin du nord brut, isolation laine de mouton (2×10cm) et couverture en bac acier. Menuiserie en douglas équipées de doubles vitrages anti-effraction 8-12-4 (pas de volets).

3) **Energie :** chauffage électrique rayonnant par le sol à basse température, choisi pour sa simplicité et l'affichage très précis des consommations, utile pour une maison témoin.

4) **Chantier propre :** préfabrication de deux moins dans l'entreprise, les bois sont numérotés, démontés et emmenés chez le client. Le montage prend une à trois semaines à 3 ou 4 personnes équipés d'une grue.





Maison solaire à Saint Martin D'Hères (38)

Architecte : Bruno Burlat
Équipement solaire : Clipsol
Surface : 335m²
Coût : 305000€
Consommation chauffage : 40 kWh/m².an

Né du souhait de trois familles de construire une grande maison comportant plusieurs logements et des parties communes partagés par tous, sur un terrain de 600m² en banlieue de Grenoble.



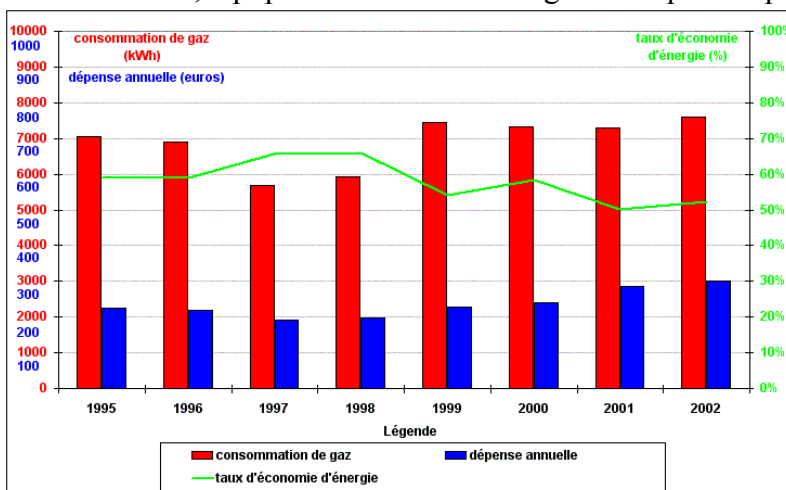
1) **Bioclimatisme :** plusieurs aspects concourent à réduire les besoins de chauffage de la maison, tout en permettant une bonne maîtrise des températures intérieures en été. Les façades orientées vers le sud comportent le maximum d'ouvertures et une serre augmente les apports solaires. Inversement, les façades orientées vers le nord ont le minimum de percements. L'air neuf de ventilation du séjour et de la chambre à coucher contiguë à la serre est préchauffé par cette serre. L'orientation et la disposition des ouvertures permet de favoriser les apports solaires en hiver, tout en s'en protégeant en été.

2) **Structure et matériaux :** structure mixte bois-béton, possédant une inertie relativement importante apportée par les murs intérieurs de refend en moellons, les dalles du rez-de-chaussée, de l'étage et l'escalier intérieur en béton.



3) **Énergie :** 17 m² de capteur solaire (sur lequel la neige ne tient pas) et une chaudière gaz commune, raccordés à deux modules hydrauliques : le premier comporte deux ballons de stockage d'eau chaude sanitaire de 250 litres, le deuxième n'a qu'un ballon de stockage de 250 litres pour les 4 zones de planchers chauffants. Le coût annuel pour le chauffage est de l'ordre de 120€ à 150€. Si on ajoute l'appoint pour l'eau chaude sanitaire, la cuisine, et la part d'abonnement, le coût global annuel varie entre 200€ et 300€. Selon les années, l'économie de gaz pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire varie entre 50 et 65 %. Éclairage est réalisé à l'aide de lampes fluocompactes et de tubes fluorescents, équipements électroménagers sont pour la plupart de classes A. Le lave-vaisselle et le

lave linge sont alimentés directement en eau chaude (il a fallu dans ce cas prévoir un dispositif qui permet le remplissage à l'eau chaude, et les rinçages à l'eau froide).





Maison en bouteilles de verre dans la Drôme (26)

Autoconstruction : Jean-Claude et Myriam

Surface : 249m²

Coût : 15300€

Consommation bois : 15 stères par an (car enduit non terminé et utilisation de bois de mauvaise qualité, le bon bois étant vendu)



Cette maison totalement autoconstruite par le couple qui l'habite, elle allie une ossature bois à de nombreux matériaux de récupération (déchets de chantier, déchetterie,...). Le propriétaire est producteur de pommes de terre bio, il fait aussi du bois de chauffage et de l'entretien de parcs. Le coût de la maison est exceptionnellement bas mais a nécessité des compétences multiples et beaucoup de temps (5ans de récupération, 2ans et demi de chantier).

1) **Bioclimatisme** : une quarantaine d'ouvertures, toiture débordante. Sa forme octogonale assure une bonne circulation des énergies cosmiques (ensemble des influences issues du cosmos traversant la ionosphère) et telluriques (ensemble des influences provenant du globe terrestre), c'est une forme proche du cercle avec peu de déperdition d'énergie qui permet de profiter d'un point de vue à 360°.



2) **Structure et matériaux** : fondation octogonale et dalle de béton ferrillée, 8 piliers de béton prolongés par 8 poteaux de cèdre de 40×40cm. Egalement en cèdre les poutres de la structure, l'escalier, les boiseries et la paillasse de la cuisine qui ont été débités par une scierie dans un vénérable cèdre de 42m de hauteur, mais aussi du peuplier et du sapin coupés en sève descendante. Murs en bouteilles de récupération noyées dans un mortier de chaux avec copeaux et sciure, enduits à la chaux avec du sable trouvé sur place, 45 à 50 cm d'épaisseur. Cloisons sur une structure de bambou avec plusieurs couches de papier de récupération encollées et un remplissage en papier mâché. Sols en carreaux de terre cuite d'une briqueterie désaffectée et plancher en chêne d'un chantier de rénovation. Isolation de la toiture sur le même principe que les murs mais avec des canettes de bière, couverture en tuiles mécaniques récupérées sur un chantier de rénovation. Fenêtres et portes-fenêtres de récupération double vitrage.

3) **Energie** : chauffage au bois par cheminée centrale à foyer fermé avec système de récupération de l'air chaud et un serpentin autour du conduit de fumée qui alimente un échangeur pour l'eau chaude sanitaire. Cette cheminée est la clé de voûte de la charpente et soutient le plancher de l'étage, en fait



il y a deux conduits emboîtés : à l'intérieur, le conduit de fumées (sur lequel est soudé le serpentin d'eau chaude), à l'extérieur, une ancienne conduite forcée d'EDF (en acier de 11mm d'épaisseur) sur laquelle viennent se fixer tous les arbalétriers de la charpente et les chevrons du plancher. L'air chaud ventilé circule entre les des conduits. En projet des capteurs solaires thermiques : des radiateurs de récupération en fonte peints en noir dans un caisson vitrés, avec circulation par thermosyphon.

4) **Chantier propre** : une demi-journée d'intervention d'une entreprise avec grue pour l'installation du conduit de cheminée, le reste étant de l'autoconstruction avec laide d'amis du SEL (Système d'Echange Local).



Maison en paille et bois à Pagnoz (39)

Autoconstruction : Samuel Courgey
Surface : 130m² + dépendances 160m²
Coût : 92000€ (comprenant un an de salaire pour l'autoconstructeur soit 11000€)
Consommation bois : 8 stères par an

Le propriétaire est cofondateur de l'association Arcanne qui s'est donné pour mission de promouvoir l'écoconstruction. Professionnel de la bioconstruction depuis plus de dix ans, il a croisé et appliqué beaucoup de techniques, soit une trentaine de chantiers significatifs. La maison est appuyée contre une colline qui descend dans un vallon verdoyant du Jura, en face d'une forêt.



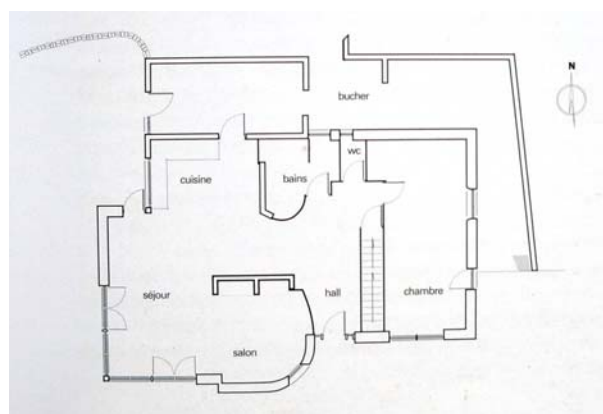
1) **Bioclimatisme** : forme compacte sur pente nord-sud, enterrée au nord et très développée au sud avec de grandes baies vitrées. Espace tampon au nord et à l'est : arrière cuisine, coin sèche linge (puit de lumière) et bûcher.



2) **Structure et matériaux** : agglos de ciment pour le sous-sol (atelier et garage), structure en ossature bois (montants de 20×4) sur deux niveaux, remplissage en bottes de paille comprimées (moyenne densité) et béton de chanvre pour les parties courbes. Enduits extérieurs chaux et sable, enduits intérieurs (pigments ocre : tadelakt rouge) ou terre. Dalles et murs de refend en terre cuite. Toiture isolée en paille, couverture en tuiles de terre cuite. Finition en produits biologiques (peinture, lasure,...). Baie vitrée de 15m² et portes-fenêtres côté ouest en double vitrage peu émissif.



3) **Energie** : chauffage avec un poêle à bois performant placé au centre du RdC, température moyenne de 19 à 23° selon les pièces. L'eau chaude sanitaire est fournie par 6m² de capteurs solaires thermiques couplé à un poêle-bouilleur. Centrale photovoltaïque reliée au réseau en projet.



4) **Gestion de l'eau** : récupération des eaux de pluie dans une citerne de 30m³, fosse septique en attente de raccordement au réseau communal.



Maison en pisé dans les Monts du Forez (69)

Maître d'oeuvre : Nicolas Meunier
Propriétaire : Jacqueline et Hubert Carducci
Charpente : M. Gibert
Tuiles : entreprise Perrin
Surface : 120m² + grenier
Coût : 137200€
Consommation bois : bois prélevé sur place



Cette maison en pisé, modernisation d'une technique ancienne, se situe sur une butte plane adossé à la montagne, entourée de végétation

avec une exploitation maraîchère bio en contrebas. Les propriétaires, maraîchers, ont choisi des matériaux écologiques et régionaux. Ils ont participé au chantier à hauteur de 70% avec l'aide d'artisans locaux. Le pisé consiste à damer de la terre humide dans un coffrage avec un fouloir pneumatique, des murs de 50cm d'épaisseur confère une grande inertie thermique, ils sont perméable à la vapeur d'eau et absorbent en grande partie les bruits aériens et d'impact.



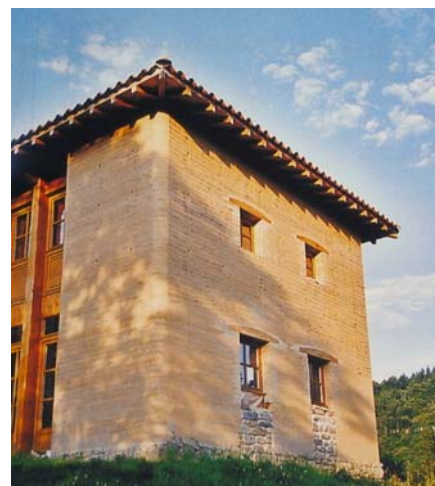
1) **Bioclimatisme :** minimum de terrassement pour s'adapter au site, la pièce de vie (cuisine-séjour) est décalée afin de profiter d'une exposition au sud et possède des ouvertures aux quatre points cardinaux.

2) **Structure et matériaux :** soubassement de pierre avec mortier de chaux, murs en pisé apparent avec des arêtes adoucies (terre prélevée sur place), charpente en sapin douglas prélevés dans la région en bonne lune. Bardage mélèze sur ossature sapin douglas là où il était impossible de mettre en œuvre le pisé. Toiture en tuiles canal de terre cuite (fabriquées dans la région) et isolation des combles avec du liège en vrac. Menuiseries et parquets en mélèze.



3) **Energie :** chauffage au poêle de masse autoconstruit en briques.

4) **Gestion de l'eau :** fosse septique.





Maison méridionale dans le Gard (30)

Architecte : Xavier Belhomme

Maître d'œuvre : Roland Studer,
Les Charpentiers d'Uzès

Propriétaire : Helena et Urs Hofer

Surface : 92m² + terrasse 12m²

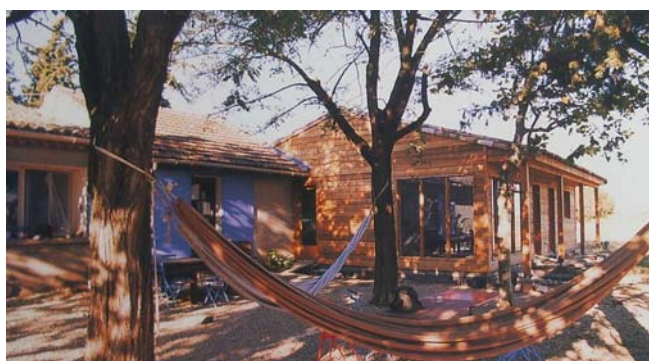
Coût : 117400€

Consommation bois : 5 stères par an

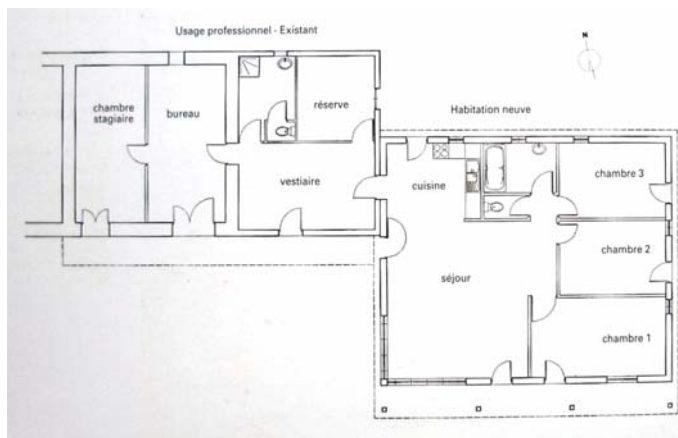


Suisse d'origine les propriétaires qui sont agriculteurs ont choisi la France. Le bâtiment d'origine (une petite maison) présente de très importantes remontées d'humidité, la nappe phréatique du Vistre étant très proche de la surface, ils le réserve donc pour un usage professionnel et décident de construire une maison accolée et communicante.

1) **Bioclimatisme** : maison de plain-pied avec de larges ouvertures en façades sud et ouest qui permettent l'hiver d'accumuler la chaleur dans le sol, le toit en casquette (de 1,25m) et l'ombre des arbres protègent des surchauffes estivales.



2) **Structure et matériaux** : dalle en béton de ponce et carrelage en terre cuite non émaillée de fabrication locale. Structure en ossature bois (sapin douglas du centre de la France), remplissage en béton de chanvre pour les murs nord et est, et en laine de mouton pour les murs sud et ouest. Enduits extérieurs à la chaux et pierre ponce, et bardage de Red cedar. Cloisons intérieures en Fermacell avec remplissage 10cm de laine de mouton. Toiture en tuiles canal de terre cuite, isolée en ouate de cellulose. Menuiseries en chêne lamellé-collé (avec volets en sapin) et en cèdre de pays pour les baies vitrées, équipées de doubles vitrages 4-12-4 peu émissifs.



3) **Energie** : eau chaude sanitaire fournie par des capteurs solaires thermiques et un ballon de stockage, ballon électrique en appoint. Chauffage grâce au solaire passif (13 à 14° en hiver dans le salon) avec appoint avec poêle à bois.



4) **Gestion de l'eau** : station d'épuration à filtre plantée de phragmites, basé sur la décantation (lagunage) et amélioré par l'action des bactéries associée aux racines des plantes.



Résidence Les Argilliers à Pontarlier (25)

Architecte : Michel Courtois et Pascal Rambaud

Maître d'ouvrage : Habitat 25

Bureau d'études : Image et Calcul

Surface : 1105m²

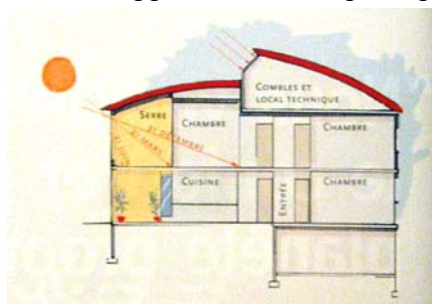
Coût : 911600€

Ratio énergétique : 7,77 €/m².an dont 6,10€ pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire

Avec ces 14 logements HLM bioclimatiques implantés dans un quartier résidentiel de Pontarlier le maître d'ouvrage confirme l'intérêt d'intégrer les économies d'énergie et le respect de l'environnement dans le cahier des charges de ce type de programmes, d'autant plus que le climat local est l'un des plus rigoureux de France.



1) **Bioclimatisme** : utilisation de l'énergie solaire, qualité des ambiances lumineuses et thermiques, compacité des volumes, optimisation de la facture énergétique, confort visuel amélioré, relation harmonieuse du bâtiment dans son environnement immédiat. La conception de ce bâtiment a permis d'obtenir des logements à faibles besoins énergétiques tout en maîtrisant les conditions de confort. Cette approche climatique repose sur l'existence de serres (2×3m) permettant la récupération des apports solaires. Cuisine et séjour sont contigus aux serres, elles-mêmes orientées au sud et ouvrant sur la zone d'espaces verts. Les chambres et espaces sanitaires se situent au nord. La chaleur accumulée pendant les heures d'ensoleillement est diffusée naturellement dans l'ensemble de l'appartement. Des arbres à feuilles caduques ont été plantés devant les serres de manière à tempérer celles-ci pendant les heures chaudes d'été.



2) **Structure et matériaux** : maçonnerie en parpaing avec doublage isolant intérieur polyester et plâtre. Toiture courbe en bac acier rouge isolées par 20cm de laine de verre. Fenêtres PVC avec vitrages isolants 4-12-4 et simple vitre sur menuiserie acier pour la serre. Bardage bois en façade.



3) **Energie** : eau chaude sanitaire fournie par 29m² de capteurs thermiques Clipsol reliés à un ballon de 1500 litres, le coût de la production d'eau chaude sanitaire est réduit d'environ 35% sur l'année. Chauffage par radiateur acier et appoint d'eau chaude sanitaire assuré par une chaudière collective à haut rendement (90%) fonctionnant au gaz naturel.





Résidence Salvatierra à Rennes (35)

Architecte : Jean-Yves Barrier (Tours)

Bureau d'études : énergie, Oasiis ; structure, BSO

Surface : 3100m²

Coût : 2,439 millions d'euros (surcoût de 7 à 8%)

Chauffage : 14,9kWh/m²/an

Consommation globale : 40kWh/m²/an (75% de moins que la moyenne des logements neufs)

Seul projet français du programme européen Cepheus : Cost Efficient Passive Houses as European Standards (logement répondant au label Habitat passif), il s'inscrit dans le cadre paysager de la ZAC Beauregard. C'est la Coop de Construction (maître d'ouvrage HLM) qui a choisie l'architecte en raison de sa longue expérience de l'architecture bioclimatique et a réuni un comité de pilotage comprenant des chercheurs de l'INSA.



1) **Bioclimatisme** : volume compact sur un axe est-ouest, façade sud avec baie vitrée (occultation par volets) et balcon parasoleil, coursives extérieur au nord desservant chaque appartement.

2) **Structure et matériaux** : Structure mixte refends-dalles en béton armé, terre et bois.

- Façade Est, Ouest et Nord ainsi que l'étage supérieur (duplex) : panneaux à ossature bois avec isolation en laine de chanvre (2x8cm) et bardage en clin d'épicéa, bardage de lame en Eterclin (fibre de bois liées au ciment qui respecte l'exigence M0 de la réglementation incendie) pour le RdC. ($U=0,21W/m^2.K$).
- Façade Sud en bauge : terre crue moulée et comprimée pour former des éléments préfabriqués de 50cm d'épaisseur, 70cm de hauteur et 60 et 100cm de longueur, pour un poids de 500 à 700kg. Enduit à base de chaux aérienne et de terre. ($U=0,75W/m^2.K$).
- Menuiseries extérieures en mengkulang double vitrage avec lame d'argon (4/16/4mm) faible émissivité et à haute transmission. ($U=1,3W/m^2.K$).
- Couverture bac acier prélaqué et isolation de 20cm de laine de chanvre. ($U=0,20W/m^2.K$).
- Revêtement de sol (parquet et carrelage) et peinture avec le label NF Environnement.



3) **Energie** :

- Ventilation double flux avec récupérateur de chaleur (80%), air neuf insufflé par des bouches de soufflage disposées dans les angles des pièces principales. Convecteurs électriques (500W) d'appoint de sécurité.
- Eau chaude sanitaire produite par 80m² de capteur solaire (Clipsol) installés en terrasse avec une inclinaison de 60° reliés à deux ballons de 2000 litres, soit 45 à 50% de la production totale.
- Chauffage air et eau (ballon de 1500 litres) complémentaire fourni par le réseau urbain en partie alimenté par les calories produites par l'usine d'incinération de déchets voisine.





Centre d'hébergement La Ferme du bois à Genech (59)

Architecte : Jérôme Houyez
Maître d'ouvrage : Association Autisme Nord
Bureau d'études : Airab
Surface : 576m²
Coût : 972628€
Coût équipement solaire : 28260€

Ce centre d'hébergement, pour 18 adultes et adolescents autistes, est composé de deux bâtiments indépendants l'un de l'autre, géographiquement et historiquement. Le site dans une clairière en plein bois permettait de créer un lieu calme, loin de toute agitation urbaine. L'architecte a procédé à un diagnostic afin de limiter l'impact du projet sur la faune et la flore et de profiter au mieux des apports solaires, dans le cadre d'une démarche HQE complète.



1) **Bioclimatisme :** inscrit sur un axe est-ouest de façon à dégager une longue façade sud, le bâtiment est protégé par la végétation. Le jeu de toitures monopentes est dessiné de manière à ouvrir au soleil des baies horizontales en hauteur dans les locaux positionnés au nord. Les débords de toiture forment des casquettes protégeant les baies vitrées sud du soleil estival, la disposition des ouvrants favorise la ventilation notamment dans les chambres en présence d'un châssis bas et haut.



2) **Structure et matériaux :**

- Dans l'ancien corps de ferme abritant les activités de jour, les murs en briques de 22cm d'épaisseur ont été isolés par un doublage intérieur constitué d'un panneau de liège rainuré bouveté de 5cm, un vide d'air de 3cm et une contre-cloison en carreaux de terre cuite.
- La construction du centre d'hébergement est mixte alliant ossature bois (60%) et maçonnerie en brique de terre cuite (40%). Les façades en terre cuite sont constituées de l'intérieur vers l'extérieur : brique porteuse lisse de 19cm, un panneau de liège de 5cm, un vide d'air de 3cm et un parement de briques pleines. Les murs extérieurs bois sont constitués d'une ossature porteuse en plancher cloué massif de douglas non traité, isolation de 70mm de laine de lin et étanchéité extérieure par des panneaux de bois latexés de 22mm d'épaisseur. Selon que la façade est exposée ou non, l'habillage extérieur est constitué d'un bardage de terre cuite ou de mélèze non traité.
- Murs de refends et cloisons sont à ossature bois en sapin ayant reçu un traitement labellisé NF environnement, avec pour les refends une maçonnerie de blocs de terre cuite "Ploegster" de 14cm lisses et jointoyés, un isolant de laine de lin (2x5cm) et une finition en plaques de Fermacell (gypse et cellulose) ou bois (OSB-EØ). Les cloisons non maçonnées reçoivent un isolant de lin de 5cm et le même type de finition.





- Les toitures sont isolées par 20cm de liège ou de laine de lin, avec une sous-couverture de bois compressé (panneau isotoit 20mm). Les plafonds sont en bois traité à l'huile de lin. La couverture de tuiles de terre cuite est posée sur un liteaunage bois et une charpente en douglas non traité massif et cloué. Les rampants à faible pente sont végétalisés sur étanchéité EPDM.
- Les menuiseries sont toute identiques : un châssis bois en sapin de 58mm lamellé-collé lasure NF Environnement classés A3V3, portant des doubles vitrages isolants faiblement émissifs Saint-Gobin EKO ($U=1,5 \text{ W/m}^2.K$).

3) **Energie** : le chauffage est assuré par une chaudière gaz butane à condensation par plancher chauffant basse température ou radiateur, gérée par une régulation avec sonde extérieur et thermostat d'ambiance. L'eau chaude sanitaire est produite par un système de capteurs Budéris : deux plans de $9,6\text{m}^2$ chacun incliné de 45° , ces capteurs alimentent deux ballons de 1000litres avec résistance électrique de 5kW, le système est piloté par une gestion électronique avec intégrateur de données et compteur d'énergie solaire qui couvre près de 50% des besoins.



4) Application de la Haute Qualité Environnementale :

La HQE implique le respect de 14 domaines d'intervention du maître d'ouvrage, appelés cibles. Le travail effectué à la Ferme au bois a été évalué (niveau d'effort) pour chaque cible :

A) Préserver l'environnement :

a) *Eco-conception*

- Relation harmonieuse des bâtiment avec leur environnement immédiat : 5/5
- Choix intégré des procédés et des produits de construction : 5/5
- Chantier à faibles nuisances : 3/5

b) *Eco-gestion*

- Gestion de l'énergie : 5/5
- Gestion de l'eau : 4/5
- Gestion des déchets d'activité : 3/5
- Gestion de l'entretien et de la maintenance : 3/5

B) Privilégier la qualité de vie :

c) *Confort*

- Confort hygrothermique : 3/5
- Confort acoustique : 3/5
- Confort visuel : 5/5
- Confort olfactif : 4/5

d) *Santé*

- Conditions sanitaires des espaces : 4/5
- Qualité de l'air : 4/5
- Qualité de l'eau : 4/5





Foyer Les Sources à Orbey (68)

Architecte : Jean-Luc Thomas

Maître d'ouvrage : Association d'aide aux handicapés

Surface : 1235m²

Coût : 1578968€

Subventions : du conseil général, de la région (HQE), de l'Europe (FEDER zone 5b) et de l'ADEME (énergie renouvelables)

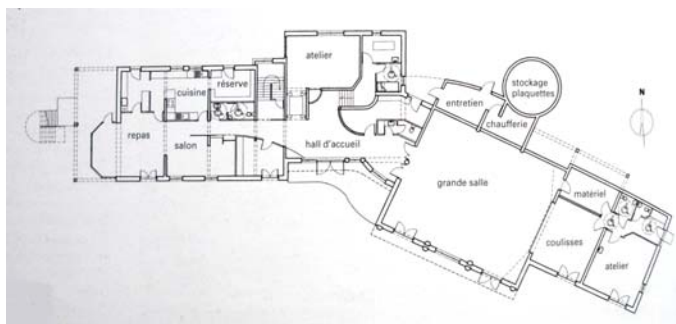


Cette réalisation exemplaire est destinée à l'habitat collectif d'handicapés mentaux, elle est le fruit de la collaboration entre une association exigeante et un éco-architecte aguerri. Elle s'intègre dans un projet thérapeutique globale (la sociothérapie) tout en s'harmonisant avec son environnement. L'architecte choisi est un spécialiste de l'habitat écologique en Alsace-Lorraine, il a tout pris en charge, depuis l'étude géobiologique, en passant par le montage des dossiers de subvention, jusqu'au suivi du chantier. Les bâtiments accueillent 12 chambres, 4 studios thérapeutiques pour handicapés travaillant à l'extérieur, deux appartements d'éducateurs, des chambres de stagiaires et toute les fonctions communes (restauration, grande salle, ateliers,...)

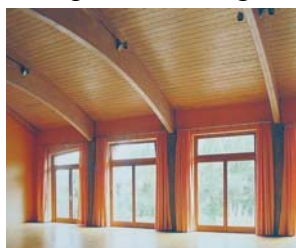


Cette réalisation exemplaire est destinée à l'habitat collectif d'handicapés mentaux, elle est le fruit de la collaboration entre une association exigeante et un éco-architecte aguerri. Elle s'intègre dans un projet thérapeutique globale (la sociothérapie) tout en s'harmonisant avec son environnement. L'architecte choisi est un spécialiste de l'habitat écologique en Alsace-Lorraine, il a tout pris en charge, depuis l'étude géobiologique, en passant par le montage des dossiers de subvention, jusqu'au suivi du chantier. Les bâtiments accueillent 12 chambres, 4 studios thérapeutiques pour handicapés travaillant à l'extérieur, deux appartements d'éducateurs, des chambres de stagiaires et toute les fonctions communes (restauration, grande salle, ateliers,...)

1) **Bioclimatisme :** le Val d'Orbey est un site de moyenne montagne, à 700m d'altitude, le terrain est orienté sud-est en pente assez forte. Deux bâtiments sur trois niveaux avec toiture à deux pentes s'inspirant des fermes locales encadrent une grande salle. L'orientation et les ouvertures sont conçues pour optimiser les apports de lumière naturelle et la salle à manger est dotée d'une véranda au sud.



2) **Structure et matériaux :** maçonnerie en brique monomur de terre cuite de 37,5cm d'épaisseur, mortier spécial roulé (épaisseur 1mm). Chaînages d'angles, ferrailages des dalles béton et toutes structures métalliques reliées à la terre. Isolation plaques de liège sous dalles du RdC. Bois des Vosges pour la charpente, bardage extérieur (mélèze) et les menuiseries extérieures (pin). Bois massif pour la plupart des aménagements intérieurs (très peu de laminé). Cloisons, plafonds et rampants en plaques de Fermacell et sols en carrelage et linoléum. Isolation rampants et plafonds : ouate de cellulose insufflée (Wermcell). Couverture (Natura) imitation ardoise naturelle (ciment - poussière d'ardoise - cellulose). Câblage électrique minimal dans les chambres, distribution dans les cloisons par le haut. Enduits extérieurs à la chaux avec sable local et peintures minérales Keim.



3) **Energie :** chauffage par chaudière à plaquettes bois de 100kW à alimentation automatique à partir d'un silo de 60m³, le combustible est réalisé par des compagnons handicapés, les déchets de bois proviennent de coupes forestières (valorisation du bois non utilisé). Eau chaude sanitaire assurée par 33m² de capteurs solaires thermique (Clipsol) situés sur le toit de la grande salle pendant 3-4 mois d'été où la chaudière est arrêtée, avec appoint électrique.

4) **Gestion de l'eau :** eau des toits récupérée dans une mare (réserve pour l'arrosage des jardins), les déchets de cuisine sont compostés avec les déchets verts, tri sélectif autres déchets par 5 containers.



Banque Populaire d'Alsace à Sausheim (68)

Architecte : Jean-Marc Lesage, cabinet Dietscht-Rey-Lesage

Bureau d'études : OTE Ingénierie

Surface : 11000m²

Coût : 18034000€

Coût équipements solaires : 19550€

Ratio énergétique : 7,41 €/m².an

Performance énergétique : G = 0,2 W/m³.K



Le siège sociale de la Banque Populaire d'Alsace se situe dans la ZAC Espale de Sausheim, sur un terrain rectangulaire de 5 hectares, ses caractéristiques constructives et techniques sont dictées par une démarche HQE. L'environnement immédiat est bruyant et ingrat : en bordure de l'autoroute A36, au centre d'une zone commerciale et tertiaire, risques chimiques liés à la présence d'usines classés Seveso ou ICPE. Le maître d'ouvrage a fait dresser par l'agence O₂ France et l'ADEME un bilan carbone : 772 tonnes équivalent CO₂, les données obtenues poste par poste ont permis à la banque d'identifier les possibilités d'économies d'énergie. Il a aussi fait calculer l'empreinte écologique : cet outil évalue la surface productive nécessaire à une population pour répondre à sa consommation de ressources et à ses besoins d'absorption de déchets, celle de la banque est de 1,9 ha par salarié contre 2,02 pour l'ancien siège et 3,2 ha pour la moyenne française.



1) **Bioclimatisme :** buttes protectrices de 1,5m de haut et parking de 250 places en dénivelé afin de réduire l'impact visuel des véhicules, bâtiment composé de deux parties : un vaste volume de RdC, épousant la forme triangulaire de la parcelle (3500m²), troué par 2 patios plantés ; un volume oblong de 4 niveaux surplombant le socle du RdC à l'ouest. Stores extérieurs orientables autonomes.

2) **Structure et matériaux :** structure béton et bois pour les sous-faces de toiture, les claustras, les garde-corps. Parement de façades en grès rose extrait de la carrière de Champenay, dans la vallée de la Bruche, pierre de 4cm d'épaisseur pesant 400kg habillent 4000m² de façade. Cette enveloppe est isolée par l'extérieur avec 10cm de verre cellulaire (étanche, incombustible, indéformable, conductivité thermique de 0,04 W/m².K, résistant à la vermine, aux acides et à la pression). Toiture-terrasse du RdC végétalisée.



3) **Energie :** climatisation à absorption gaz double effet réversible associé à deux chaudières gaz standard de marque Budérus de 625kW chacune. Ce système se distingue par plusieurs atouts : performances constantes quelles que soient les conditions climatiques, pas de fluide nocif (type CFC, HCFC, HFC), fonctionnement silencieux, simple et durable (20 à 25 ans). Les capteurs solaires thermiques (13,6m² Viessmann type Calorsol-W) sont dimensionnés pour satisfaire l'intégralité des besoins en eau chaude sanitaire. Les panneaux solaires photovoltaïques (30m², 2,4kWc BP Solar) alimentent l'éclairage extérieur.

4) **Gestion de l'eau :** récupération des eaux de pluie. Les abords austères à l'origine ont été convertis en espaces verts plantés d'arbres fruitiers ornementaux et agrémentés d'un plan d'eau avec cascade comprenant une zone à caractère biologique avec plantes aquatiques et rivulaires. Le parc est équipé d'un système d'arrosage automatique à partir de la nappe phréatique puisée à 28m de profondeur.



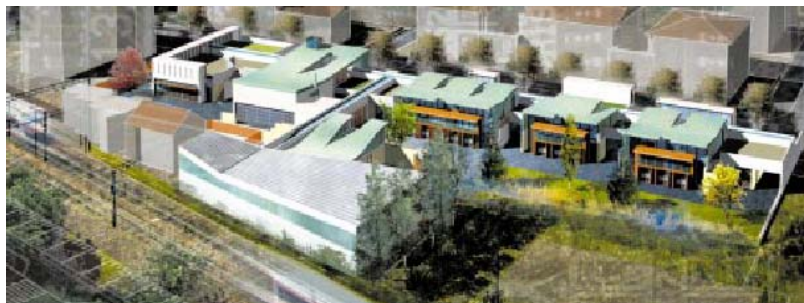
Centre de loisirs Rouget de Lisle à Nanterre (92)

Architecte : Atelier d'architecture Philippe Madec, Paris

Bureau d'étude : Ingerop

Surface : 1 550m²

Coût : 3,35M€ HT (bâtiment), 130000€HT (équipement et mobilier), 102500€HT (paysage)



- 1) **Bioclimatisme :** Acoustique, lumière et soleil, gestion de l'eau, confort d'été grâce à des persiennes bois sur les façades bioclimatiques et des stores *sunscreen*, façades largement vitrées, deuxième éclairage naturel par des vitrages verticaux sous toiture, confort acoustiques : bâtiment repoussé au plus loin de la voie ferrée, double vitrage pour les façades exposées.

Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

N - E	E - S	S - O	O - N
9%	58%	9%	24%

2) Structure et matériaux :

Matériaux brut en façade sans entretien, système constructif poteau-poutre en béton armé qui assure une bonne flexibilité des espaces intérieurs, peinture NF environnement ou ange bleu.

Niveau d'isolation avec U en $W/m^2.K$:

U murs	0,45
U toit terrasses	0,36
U toit légères	0,25
U vitrages façade climatique	1,60
U vitrages autres	1,80
K moyen (RT88)	0,48

Ossature	Béton armé
Façades	Brique en terre cuite, béton blanc, béton de bois
Toitures	Zinc
Menuiseries extérieures	Bois
Revêtement de sol	Carrelage, parquet collé, linoléum
Cloison	Fermacell
Isolation	Laine de roche (mur), cellulose (toiture), laine de chanvre (terrasse)



- 3) **Energie :** deux chaudières au gaz en cascade à basse émission de NO_x, dont l'une à condensation et l'autre à rendement élevé, ventilation double flux, distribution et émission de chaleur par des émetteurs basse température (planchers et radiateurs) en base et de l'air en appoint, gestion en fonction de la température extérieure + programmateur qui assure l'intermittence.

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage	60,8	Gaz
ECS	2,3	Gaz
Eclairage	9,5	Electricité
Autres	5	Electricité
TOTAL	103	

- 4) **Gestion de l'eau :** Consommation d'eau potable par an : 0,54 m³/m², chasses à double commande, récupération des eaux de pluie de toiture pour l'arrosage et les chasses d'eau.



Office de tourisme d'Alès (30)

Architecte : Yves Jautard et Jean-François Rouge

Bureau d'études : Solarte et Gefosat

Maître d'ouvrage : ville d'Alès

Surface : 320m²

Coût réhabilitation : 547000€

Coût équipements solaires : 79500€

Production centrale PV : 6000kWh/an



Ce projet consiste à l'intégration d'un bâtiment contemporain avec façade photovoltaïque dans l'église des Cordeliers du XI^{ème} siècle, dans un périmètre protégé inscrit par les Bâtiment de France. La tour, les trois arches et l'épais mur (1,20m) constituent l'épine dorsale du nouveau bâtiment dont la conception s'inspire directement d'impératifs de confort et d'utilisation pertinente de l'énergie solaire.

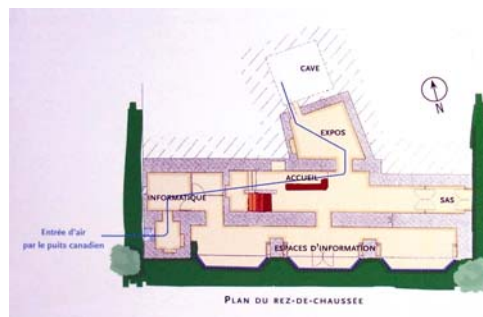
1) **Bioclimatisme :** l'orientation de la façade de 320m² sud/sud-ouest sera mise à profit pour exploiter le rayonnement solaire.

2) **Structure et matériaux :** structure métallique qui porte trois planchers et une façade à pans coupés. Les panneaux photovoltaïque semi-transparents composent un écran solaire laissant passer la lumière naturelle, ils sont doublés intérieurement par des menuiseries aluminium équipées de vitrage performants à revêtement peu émissif (4/16/4), une lame d'air de 11cm est ventilée contribuant au chauffage et au rafraîchissement des locaux.



3) **Energie :**

- Les 110m² de cellules photovoltaïques soit 9,5kWc sont réparties sur les trois murs-rideaux. Chaque mur-rideau intègre 70 panneaux photovoltaïques de marque Photowatt de 46Wc disposés en 5 trames superposées, ces modules sont connectés en trois série alimentant un onduleur (SMA 2500) indépendant pour chaque mur-rideau. Les trois onduleurs sont connectés chacun sur une phase du réseau triphasé en aval du disjoncteur de branchement. Cet ensemble de production électrique a été intégré en respectant l'architecture ancienne : cellules de couleur brun noir (rendement à peine inférieur) et soin apporté à la dissimulation de la connectique sur la tranche des panneaux à l'intérieur des profilés de façade.
- En hiver, l'air neuf, entré par un puit canadien, transite par une cave de 15°C (constant), avant d'être introduit au pied de chaque façade double peau. L'air ascendant s'échauffe à l'arrière des cellules photovoltaïques, avant d'être expulsé dans la partie ancienne du bâtiment par des ventilateurs.
- En été, la forte inertie du mur central en pierre tend à réduire l'amplitude thermique, des stores à lamelles chromées réfléchissent le rayonnement infrarouge pour limiter l'effet de serre dans la façade double peau. L'air neuf est rafraîchi par le puit canadien, des ventilateurs asservis à des sondes de température permettent de créer un léger flux d'air à travers tout l'espace, l'air vicié est rejeté au sommet de la double peau.
- L'appoint de chauffage et de climatisation est assuré par une pompe à chaleur réversible air/eau de 23kW couplée à des ventilo-convecteur.





Hôtel de la région Alsace à Strasbourg (67)

Architecte : Chaix et Morel

Bureau d'études: Tribu (HQE), Ingerop (Tout Corps d'Etat)

Surface : 18 200 m² pour 350 personnes

Coût : 30 M€



- 1) **Bioclimatisme :** Confort thermique d'été et d'hiver, confort visuel, éclairage naturel, gestion de l'énergie, protections solaires : ombrière générale, store screen extérieur, brise-soleil et débord de toiture, store intérieur selon l'orientation des surfaces vitrées, paroi "filtre" à l'ouest et à l'est, surventilation nocturne, rafraîchissement par plafond réversible dans les bureaux.

Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

Nord	Sud	Est	Ouest	Zénithal
32%	31%	17%	15%	5%

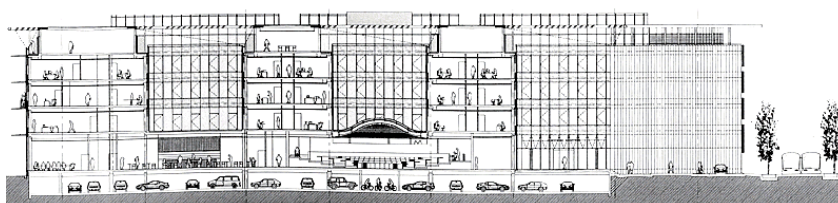
2) Structure et matériaux :

Edicules capteurs en haut de l'atrium, isolation par l'extérieur, vitrages isolant à très faible émissivité, matériaux renouvelables privilégiés (bois, linoléum), peinture NF environnement ou Ange Bleu. Fluides frigorigènes à ODP nul, isolant à base de mousses sans CFC.

Niveau d'isolation avec U en W/m².K :

U murs	0,27
U toit	0,32 et 0,22
U menuiseries extérieures	1,7 à 2
U (RT 2000)	5%

Ossature	Poteau poutre béton
Façades	Mélèze, verre, grès des Vosges
Toitures	Terrasse
Menuiseries extérieures	Aluminium
Revêtement de sol	Pierre naturelle: grès des Vosges, moquette (label GuT), linoléum, chêne
Cloison	Plaques de plâtre
Isolation	Laine minérale par l'extérieur



- 3) **Energie :** Thermofrigopompe sur nappe pour le chauffage et la climatisation, chaudière gaz pour le complément de chaud en hiver et d'eau chaude sanitaire, ventilation : double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait, ventilation naturelle assistée et contrôlée des locaux d'accueil et d'exposition, couverture solaire de 75 % de l'eau chaude sanitaire de la restauration, lampes basse consommation.

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage	33	Gaz + électricité
ECS (Eau Chaude Sanitaire)	6	Gaz + Solaire
Eclairage	12	Electricité
Confort d'été	8	Electricité

- 4) **Gestion de l'eau :** Récupération des eaux de pluies pour arrosage (75% des besoins couverts), consommation d'eau potable par an : 0,23m³/m².

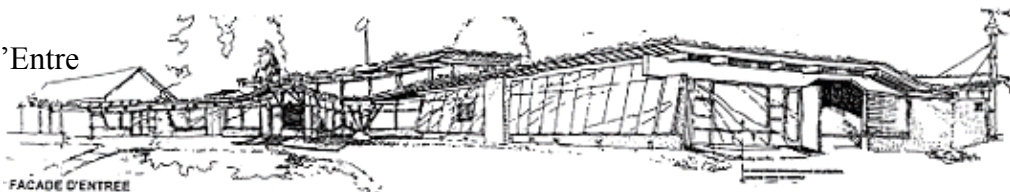


Centre d'éducation à l'environnement de Theix (63)

Architecte : Atelier de l'Entre

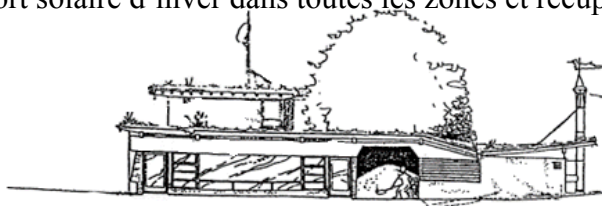
Surface : 1110m²

Coût : 1M€



FAÇADE D'ENTREE

1) **Bioclimatisme** : traitement paysager et qualité des espaces extérieurs, éclairage naturel (facteur de jour : 2,69%), confort d'été avec d'important débord de toiture et modérations des surfaces vitrées, apport solaire d'hiver dans toutes les zones et récupérations des apports solaires par un mur trombe.



FAÇADE EST 1/100

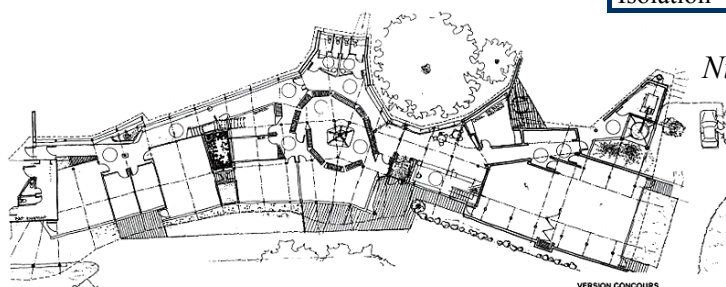
Répartition des surfaces vitrées selon leur orientation :

Nord	SO-S-ESE	Est	Ouest
11%	65%	23%	2%

2) **Structure et matériaux** :

Matériaux renouvelables privilégiés (bois, linoléum, isolant cellulose). Isolation répartie pour les façades, par l'extérieur pour les toitures. Vitrages peu émissifs. Bâtiment semi enterré et locaux tampons au nord.

Ossature	Bois (bât. central), système mixte bois et béton (bât. est)
Façades	Bardage bois
Toitures	Végétalisée
Menuiseries extérieures	Bois
Revêtement de sol	Caoutchouc et linoléum
Cloison	Fermacell
Isolation	Fibre de cellulose, isolation répartie



VERSION CONCOURS
PLAN 1/200
SURFACE DU PROJET 1000 m² env.

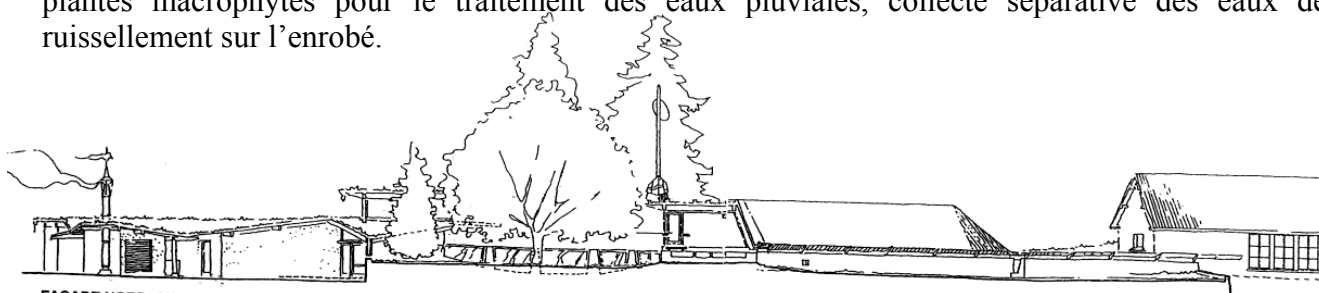
Niveau d'isolation avec U en W/m².K :

U murs	0,31
U toit	0,20
U menuiseries extérieures	2,00
K (RT 88)	0,42

3) **Energie** : Chaudière bois, ventilation double flux avec récupération de chaleur sur l'air extrait, ECS solaire, panneaux photovoltaïques, lampes basses consommations

Postes	Consommation en kWh/m ² .an	Energie utilisée
Chauffage	50 à 70	Gaz
ECS (Eau Chaude Sanitaire)		Gaz + Solaire
Eclairage (lampes basses consommations)	11 à 14	Electricité

4) **Gestion de l'eau** : Récupération des eaux pluviales, consommation de 0,46m³/m².an, bassin à plantes macrophytes pour le traitement des eaux pluviales, collecte séparative des eaux de ruissellement sur l'enrobé.



FAÇADE NORD 1/100



Centre de tri à Fumay (08)

Architecte : Bruno Squevin (3 Arches)

Bureau d'études : Trivalor

Coût : 2 850 000€

Subventions : 450000€ de l'ADEME, 477200€ du Conseil Général des Ardennes.

À 250 mètres d'altitude, au cœur de la forêt ardennaise, le centre de tri des déchets ménagers de Fumay, s'inscrit dans le programme d'implantation d'installations de gestion des déchets du département, il est exemplaire dans sa conception (choix des matériaux, intégration harmonieuse dans l'environnement, confort, sécurité...), ce qui a contribué à son acceptation par les populations locales. Fruit d'un travail remarquable de conception réalisé par le Syndicat Mixte de Traitement des Déchets Ardennais (SMTDA), la SAEM ARCAVI accompagnée de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, ce centre de tri a une capacité de traitement d'environ 3 500 tonnes par an et par équipe. L'alimentation de la chaîne ne se fait pas avec une trémie mais grâce à une fosse, un crible à étoile permet une séparation des déchets en deux flux distincts, corps creux et corps plats, qui subiront ensuite un tri d'affinage manuel sur deux chaînes distinctes, l'accès au site a été étudié de manière à éviter le croisement des camions de collecte avec ceux procédant à l'enlèvement des matériaux triés, le circuit de visite est entièrement séparé de la partie exploitation assurant une sécurité maximum des visiteurs tout en maintenant une vue imprenable sur l'ensemble des organes du centre.



1) **Bioclimatisme :** le site se trouve au cœur d'une forêt, le choix de la démarche de Haute Qualité Environnementale vise à donner une meilleure image du traitement des déchets. Des espaces verts sont en cours d'aménagement. Sur le sol, des matériaux naturels (cailloux, anciennes traverses de chemin de fer en bois) ont été préférés au béton pour mieux absorber l'eau pluviale. La lumière naturelle est abondante, et absence d'odeurs et de fumée, l'air est en effet renouvelé jusqu'à 10 fois par jour par une hotte aspirante.



2) **Structure et matériaux :** une structure métallique a été préférée à un lamellé collé, pour exploiter le savoir-faire en métallurgie de la région. Les murs extérieurs, dont les lignes de pente épousent l'horizon, sont habillés de bois qui n'exige aucun traitement d'entretien.





Aire de service en Baie de Somme (80)

Architecte : Bruno Mader, Paris
Bureau d'études : Sylva Conseil (bois),
Inex et Cegef (Fluides)
Surface : 4 828 m²
Coût : 3M€



Cette aire autoroutière est accessible à tous : usagers ou non de l'A16, en effet ce site touristique, sera donc une véritable interface entre le bitume et le patrimoine naturel de la Côte. Elle aura pour principale fonction d'informer ces différents publics sur les spécificités touristiques et économiques de la Côte Picarde. Ce bâtiment abrite un restaurant, une station de carburant, une boutique dépendante du pétrolier, un hall d'exposition permanent et un espace présentant la faune et la flore de la Baie de Somme. Une boutique assurera la vente de produits locaux.

1) **Bioclimatisme** : l'aire de service émerge doucement du paysage calme de la Baie de Somme. Cette architecture recèle de nombreuses références aux traditions locales : les mâts émergeant du toit comme les pieux des bouchots à moules, les façades des volumes opaques (cuisine, sanitaires) sont habillées de galets, fréquents dans les constructions vernaculaires, et le plancher du déambulatoire évoque les promenades en planches de certains villages côtiers. On a aussi un éclairage indirect du plafond en okoumé.



2) **Structure et matériaux** : priorité aux matériaux locaux, des galets gris de la baie placés en fond de coffrage apportent aux murs un aspect rugueux en contraste avec les surfaces lisses du plafond en okoumé. La peau extérieure du belvédère et la surtoiture sont en mélèze. Ossature poteaux-poutres en acier traditionnelle, le contreventement vertical est assuré par deux volumes en béton et par une unique crois de Saint-André formée de tirants d'acier. Un belvédère cylindrique, enveloppé de lattes de bois à claire-voie cintrées en place. Les poteaux sont en lamellé-collé de mélèze à l'extérieur et d'épicéa teinté à l'intérieur, le plafond filant sur toute la surface est en contreplaqué d'okoumé tranché (panneaux lisses ou absorbants acoustiques classés M1), les pontons et platelages en ipé rainuré. Une surtoiture en mélèze, flotte au-dessus des bacs en acier qu'elle protège des surchauffes.



3) **Energie** : le site particulièrement venté se prêtait à la construction d'une éolienne, l'installation fournit 500000 kWh/an et elle couvre les besoins du bâtiment pour l'éclairage et le rafraîchissement de l'air. L'éolienne fonctionne pour des vents de 10 à 90 km/h, puissance maximale de 250 kW dans un vent d'environ 14 m/s. Le rotor, constitué de 3 pales en matériau composite fixées sur un moyeu central, entraîne une génératrice par l'intermédiaire d'un multiplicateur de vitesse à engrenages, le centre du rotor est à 40,7 mètres de hauteur et son diamètre est de 29,7 m.



4) **Gestion de l'eau** : les eaux pluviales de l'autoroute et de l'aire sont rassemblées dans trois canaux transversaux qui incisent le plateau, filtrées dans des séparateurs d'hydrocarbures, elles sont ensuite épurées grâce à des plantes aquatiques.





Bâtiment industriel à Voray sur l'Ognon (25)

Architecte : TEXO Espace Dodane
Maître d'ouvrage : Patrick Pelletier

La démarche de Haute Qualité Environnementale a pour ambition de favoriser une plus grande maîtrise des projets de construction en prenant en compte, d'une part, les impacts environnementaux d'un ouvrage et, d'autre part, le confort et la santé des individus. Cette approche a demandé une étude rigoureuse des procédés de construction et a nécessité une remise en question des méthodes courantes de réalisation d'un bâtiment. Les objectifs poursuivis sont les suivants : insertion dans le site soit une relation harmonieuse du bâtiment avec son environnement immédiat, confort visuel amélioré, choix rigoureux des procédés et produits de construction, maîtrise des déchets de chantiers, réduction des nuisances de chantier, qualité des ambiances lumineuses. Le maître d'ouvrage souhaitait un bâtiment modulaire, de reproductivité et de rapidité de montage, tout en gardant les critères habituels (esthétique, confort, fonctionnalité, pérennité,...).



- 1) **Bioclimatisme :** De grandes baies vitrées garantissent un bon éclairage naturel des locaux, l'ensoleillement est régulé par des brises soleil orientables et de larges débords de toiture.
- 2) **Structure et matériaux :** dix trames composées de poteaux béton encastrés en pied et d'une poutre métallique constituent la « colonne vertébrale » du projet. Les éléments de façades et de toiture sont en madriers composites (sapin, polystyrène, sapin), l'utilisation du matériau bois permet : facilité d'assemblage, légèreté, rapidité de mise en œuvre, isolation, connaissance du produit et esthétique.
- 3) **Energie :** le chauffage est assuré par un plancher chauffant à basse température (circuit à eau chaude).
- 4) **Chantier propre :** l'aspect novateur de cette construction réside dans le fait qu'elle est réalisée en atelier pour ensuite être assemblée sur site par des monteurs qualifiés, ce qui permet d'optimiser la qualité de matériaux utilisés et d'assurer la maîtrise des détails techniques de fabrication. Les éléments de façades et de toiture sont ensuite assemblés sur site. Le principe de construction retenu permet également de réduire les rejets de matériaux polluants et de déchets (huiles de décoffrage, emballages, chutes de matériaux).

