

Groupe scolaire passif de Gueberschwihr



L'appel à projets 2013 « Bâtiments passifs » de la Région Alsace Champagne-Ardenne Lorraine et de l'ADEME accompagne financièrement et techniquement les maîtres d'ouvrage et les maîtres d'œuvre volontaires dans une démarche de réflexion globale pour réduire l'empreinte énergétique et environnementale des bâtiments.

Le programme de la commune de Gueberschwihr visait initialement à réaliser un nouveau groupe scolaire, regroupement sur un même site des écoles élémentaires et maternelles de la commune, en plain-pied et atteignant un niveau de performance énergétique supérieur à la RT2012. Les échanges entre le maître d'ouvrage, l'architecte, le bureau d'études thermiques et l'économiste dès le démarrage du projet ont permis de définir une nouvelle configuration du bâtiment plus optimale et performante énergétiquement sans augmentation du budget prévisionnel. Se mettre dans le cadre d'une construction passive, c'est comprendre notamment l'aspect de compacité d'un bâtiment. En repensant un bâtiment sur deux étages, le nouveau volume permet d'obtenir deux salles supplémentaires et de tendre vers un niveau de performance passif.

Plus qu'un enjeu énergétique, le concept du passif nécessite un travail accru à la conception pour obtenir des projets performants à coût maîtrisé.

→ Les acteurs du projet

Maître d'ouvrage : Commune de Gueberschwihr

Architecture : Ateliers d-Form, Mathieu Husser (associé)

BET : Terranergie

→ Composition du bâtiment

- 872 m² SHONRT - 792 m² SU
- 2 salles de classe élémentaire, 2 salles de maternelle, 1 salle de motricité et 1 salle informatique.

→ Coût

Construction (hors VRD) : 1 202 474 € HT, soit 1 480 € HT/m²

SDP Charges estimatives (chauffage) : 1 € TTC/m²/an

→ Estimation de la consommation d'énergie

Cinq postes réglementaires RT2012 : 38.1 kWh ep/m² SHONRT.an

Chauffage et ECS : 15.1 kWh ep/m². SHONRT.an

et 1.1 kWh ep/ m² SHONRT.an

L'habitat passif est une notion désignant un bâtiment dont les besoins de chauffage sont très bas et la consommation énergétique globale faible. Il repose sur un concept global de construction à basse consommation d'énergie : architecture bioclimatique, isolation et étanchéité à l'air très performante, contrôle de la ventilation, traitement des ponts thermiques et limitation de la consommation des appareils ménagers.

Description de la qualité de l'enveloppe

L'un des points clé de la réalisation d'une enveloppe de qualité repose sur l'association et la coopération des différents acteurs du projet.

Lors de la phase de conception, les échanges entre l'architecte et le bureau d'études thermiques permettent d'élaborer une enveloppe performante à coût maîtrisé grâce à un ensemble de choix techniques validés par les simulations thermiques dynamiques.

Lors de la phase de construction, les performances énergétiques finales sont directement dépendantes de la bonne gestion des interfaces entre les corps de métier, notamment pour éviter les défauts d'étanchéité à l'air et les ponts thermiques. La maîtrise d'œuvre doit garantir une forte implication des entreprises et une bonne organisation entre elles tout au long du chantier. En effet, les entreprises intervenant sur le bâti doivent respecter une mise en œuvre précise et rigoureuse des matériaux de construction.

→ ISOLATION DU TOIT ET DES MURS EXTÉRIEURS

Les parois extérieures du bâti sont composées de caissons en ossature bois fortement isolés (murs 38 cm, toiture 52 cm d'isolant). La finition extérieure définitive intègre une toiture végétale, un crépi de laine de bois et un bardage de tuiles.

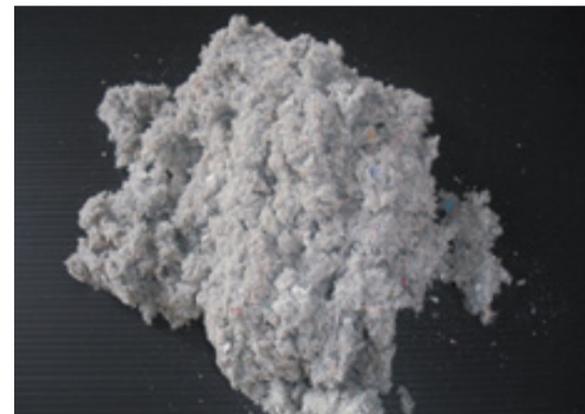
Mise en œuvre

Pour ce projet, l'entreprise de charpente bois a assuré :

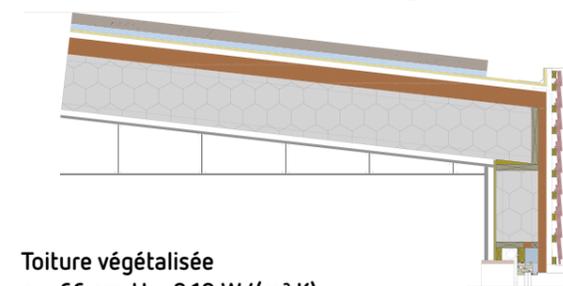
- la préfabrication en atelier des caissons à ossature bois ;
- la mise en œuvre de l'enveloppe caisson par caisson sur le chantier, représentant 4 jours pour les 2 étages ;
- l'isolation (insufflation de la ouate de cellulose et pose de la laine de bois), la pose du frein vapeur et du pare-pluie sur le chantier.

Focus

La ouate de cellulose et la laine de bois sont des matériaux biosourcés obtenus réciproquement à partir de papiers recyclés et de fibres végétales. Des additifs sont ajoutés pour assurer la résistance au feu et aux moisissures du produit.



Performances techniques



Toiture végétalisée
e = 66 cm, U = 0.10 W/(m².K) :

- frein vapeur ;
- 1,5 cm de panneau de bois côté intérieur ;
- 40 cm d'ossature bois + ouate de cellulose ;
- 12 cm de laine de bois rigide côté extérieur ;
- étanchéité + végétalisation.

Murs extérieurs
e = 51 cm, U = 0.13 W/(m².K) :

- frein vapeur ;
- 1,5 cm de panneau de bois côté intérieur ;
- 30 cm d'ossature bois + ouate de cellulose ;
- 6 à 12 cm de laine de bois rigide côté extérieur ;
- crépi étanche ou tuiles.

→ MAÎTRISE DES POINTS SINGULIERS

Les solutions pour traiter les ponts thermiques sont étudiées dès le démarrage de la phase de conception. Sur ce projet, plusieurs aspects généralisables amènent à une maîtrise des points singuliers.

- Compacité du bâtiment.
- Liaison au sol sur radier isolé par l'extérieur.

→ ISOLATION DU SOL

Le bâtiment ne repose pas sur des fondations classiques mais sur un radier en béton de 35 cm coulé sur un isolant thermique en mousse de polystyrène extrudé rigide. L'isolation porteuse accueille les poids propres à l'ouvrage sans fondations supplémentaires. Ce procédé d'isolation permet également la simplification, voire la suppression, du traitement à apporter aux points singuliers.

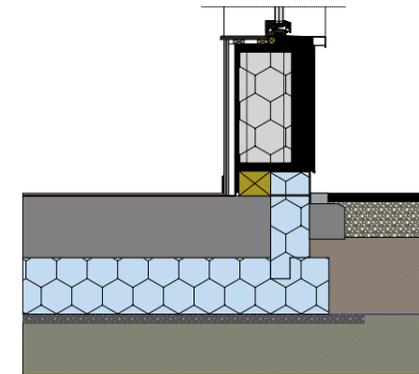
Mise en œuvre

Sous forme de panneaux, le matériau isolant est déposé directement sur un lit de sable et un géotextile sans fondation supplémentaire. Le radier est ensuite coulé sur de l'isolant.

Performances techniques

Plancher bas e = 67 cm, U = 0.11 W/(m².K) :

- 32 cm polystyrènes extrudés ;
- 35 cm de béton ;
- géotextile.



Focus

Les polystyrènes extrudés diffèrent essentiellement des polystyrènes expansés par leur plus grande résistance à la compression et à l'humidité.

→ INERTIE ET APPORTS NATURELS

L'inertie du bâtiment est renforcée grâce à la forte masse de la dalle basse en béton et de la dalle intermédiaire en béton située au cœur de l'enveloppe chauffée. Une fois portés à température ambiante, ces ouvrages maintiendront un niveau de chaleur continu dans le bâtiment et réduiront l'amplitude des variations thermiques.

Les apports naturels de lumière et de chaleur sont optimisés par une enveloppe faiblement vitrée côté nord mais généreusement côté le sud. Les apports solaires sont évalués à 20 295 kWh/an. (Voir aussi confort d'été).

→ ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

L'étanchéité à l'air performante est obtenue grâce à une attention particulière sur les points suivants.

En phase conception :

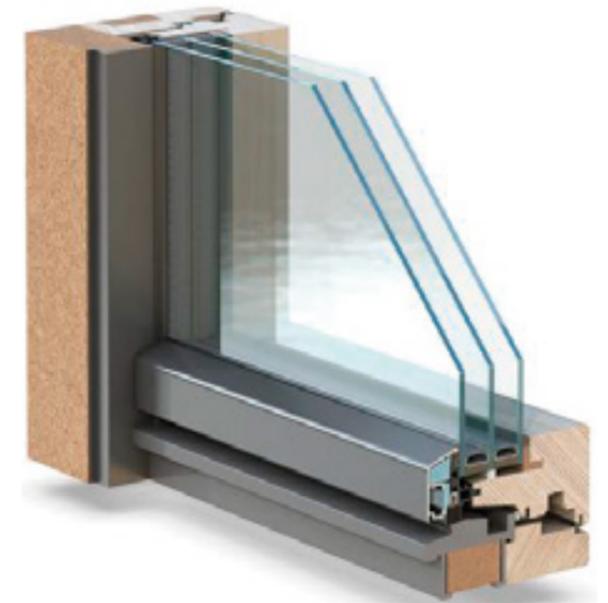
- maîtrise de la continuité du frein vapeur par l'étude spécifique des points singuliers ;

En phase de construction :

- étanchéification de chaque traversée des gaines techniques, de la distribution électrique et des réseaux ;
- réduction au minimum des percements de l'enveloppe étanche.

Résultat des tests

Test non réalisé. Le résultat devra être conforme à la référence du label Passivhaus : n50 < 0.6 Vol/h. L'exigence de la maîtrise d'œuvre est d'être à 0.3 Vol/h.



→ ISOLATION THERMIQUE DES PORTES ET FENÊTRES

Les fenêtres en bois-alu sont de type triple vitrage à rupture de pont thermique. Les dimensions variées des fenêtres donnent un coefficient de transfert thermique moyen (vitrage et châssis) $U_w \leq 0.64 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

La conception d'une enveloppe extérieure très performante est couplée avec des équipements (chauffage, eau chaude sanitaire et ventilation mécanique) optimisés dans leurs choix et leurs dimensionnements. Elle tient compte des particularités techniques et naturelles (déperditions, orientation du bâtiment, apports solaires passifs) du projet.

→ CHAUFFAGE

Dans les bâtiments passifs, les très faibles déperditions des parois et du renouvellement d'air amènent à de faibles besoins en production de chaleur.

La production de chaleur est assurée par une chaudière à granulés de bois équipée d'une arrivée d'air étanche. En intersaison, un ballon tampon de 400 L permet à la chaudière de fonctionner à charge partielle pendant un temps suffisamment long pour brûler l'ensemble des granulés acheminés dans le foyer. L'émission de la chaleur dans le bâtiment passif est régulée à l'aide de thermostat d'ambiance de précision. Cela permet d'assurer une régulation au plus proche des besoins en tenant compte des apports internes et des apports solaires gratuits.

Mise en œuvre

Le besoin de chaleur d'une maison passive est tellement faible que les pertes thermiques dues à la distribution de chaleur peuvent représenter une part importante de la production. Les rendements de distribution ont été maximisés par :

- une diminution du linéaire de distribution ;
- un cheminement unique (par le faux plafond du RDC) pour desservir les chauffages des deux niveaux ;
- une isolation maximale des conduites..

Performances techniques

- Chaudière à granulés bois de 15 KW.
- Rendement de la production compris entre 90 et 94 %.
- Rendement du stockage et de la distribution de 100 %.
- Arrivée d'air étanche.
- Silo situé dans le volume chauffé.
- Dégivrage assuré par une batterie hydraulique.



→ CONFORT D'ÉTÉ

Le confort d'été est un paramètre thermique dont il faut tenir compte dans les bâtiments à isolation et étanchéité performantes. Si la phase de conception apporte des solutions au confort d'été, **la programmation du fonctionnement hebdomadaire** de la ventilation mécanique est à adapter durant les congés d'été pour protéger le bâtiment de la surchauffe.

La phase de conception a apporté :

- la maîtrise des apports et usages internes ;
- une protection contre l'ensoleillement direct ;
- une ventilation performante ;
- une bonne isolation thermique du bâtiment.

→ ECS

La production d'ECS est prévue uniquement pour une partie du bâtiment. Ces besoins étant réduits, la production est assurée par un chauffe-eau électrique à accumulation de 50 L. La phase de conception a apporté :

- le regroupement des locaux ayant un besoins d'ECS ;
- la suppression de bouclages ;
- l'installation de réducteur de débits afin de limiter la consommation d'eau.

→ VENTILATION

Le renouvellement d'air de l'ensemble du groupe scolaire est assuré par une ventilation mécanique **double flux à haute performance permettant la récupération de la chaleur de l'air extrait**. Cette centrale de ventilation est entièrement programmable par horloge hebdomadaire (permettant d'avoir des débits réduits les week ends et de couper la ventilation la nuit).

Le réseau aéraulique rattaché au système a été conçu afin d'assurer une **étanchéité à l'air des réseaux de classe B (taux de fuite de 2 %)**. L'affaiblissement phonique est également assuré pour un niveau sonore inférieur à 30 dB.

Focus

Une enveloppe étanche à l'air requiert la continuité du renouvellement d'air pour garantir une bonne qualité de l'air intérieur. Un système de ventilation performant est composé de deux ensembles.

La ventilation mécanique contrôlée

La VMC double flux avec récupération d'énergie diminue de 70 à 90 % les déperditions de chaleur dues au renouvellement d'air. Cette performance permet une économie d'énergie de 20 à 30%. **L'entretien régulier de la VMC permettra d'assurer les performances d'origine et une bonne qualité d'air.** Les filtres doivent être changés une à trois fois par an selon l'environnement extérieur, la saison, la classe du filtre.

Le réseau aéraulique

La distribution et l'extraction de l'air sont réalisées par un système (gainés, collecteurs, bouches...) très étanche. Selon le même principe que pour la perméabilité à l'air des bâtiments, la perméabilité à l'air des réseaux aérauliques permet de réduire fortement les fuites du réseau.

La vérification de la performance du réseau aéraulique est réalisée à l'aide d'un ventilateur permettant de mettre en surpression ou en dépression l'ensemble du réseau. Un enfumage est réalisé pour visualiser les zones de fuite.

Actuellement en France, le débit de fuite moyen sur un réseau de ventilation représente **20 % du débit nominal (hypothèse de référence pour le calcul réglementaire de la RT2012)**. C'est trois fois plus que pour la classe A (la classe d'étanchéité la moins performante) qui équivaut à un débit de fuite de 6 %.

Mise en œuvre

Les défauts d'étanchéité proviennent en majeure partie des connections et autres raccordements (accessoires du réseau) et non pas des conduits eux-mêmes. Ce projet a particulièrement soigné les liaisons par l'utilisation de jonctions (tés, collecteurs d'étages, etc.) étanches préfabriquées en usine.

Performances techniques

- Rendement de l'échangeur de chaleur : **81 %**.
- Consommation électrique de **0.43 Wh/m³**.
- Le coût de **la maintenance de la centrale double flux et du changement des filtres des bouches de reprise** est de 359 €/an.
- Niveau d'étanchéité du circuit aéraulique non testé à ce jour. Il devra atteindre la **classe B**.

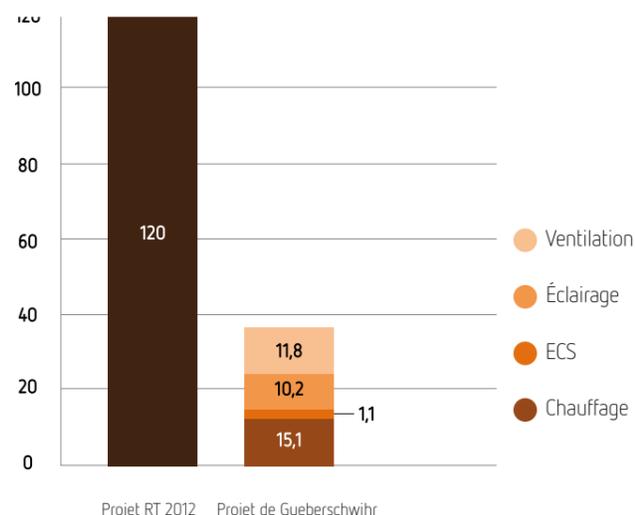




→ ESTIMATION DE LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE

Projet de Gueberschwihr – Groupe scolaire

- Travaux : construction
- Cep max = 120 kWh ep/m² SHONRT.an
- Cep projet = 38.1 kWh ep/m² SHONRT.an
- Gain : 68 % soit -71 416 kWh ep/an pour le projet
- Zone : H1b



Décomposition de la consommation d'énergie primaire (Cep -RT2012) exprimé en kWh ep/m² SHONRT.an.

→ MAÎTRISE DES CHARGES

Les faibles besoins en énergie ainsi que la prise en charge de l'entretien des équipements par les services de la mairie permettront de maîtriser les charges.

Charges estimatives : 3,4 € TTC/m²/an

Cette estimation comptabilise les coûts suivants :

- consommations de 5 postes ;
- consommations de l'électricité spécifique ;
- maintenance du système de production de chaleur.

→ PLAN DE FINANCEMENT DE L'OPÉRATION

Coût des travaux (hors VRD) : 1 202 474 € HT, soit 1480 € HT/m² de SDP

Coût de la maîtrise d'œuvre : 175 950 € HT

- Région : 118 950 € HT
Dont : Appel à projet ADEME – Région : 4 000 € au titre des études et 81 200 € au titre des travaux
Construction bois : 33 750 €
- FEDER : 95 930 €
- ETAT : 506 275 € HT
- Réserve parlementaire : 20 000 €
- Financement du maître d'ouvrage (hors VRD) : 427 569 € HT

Équipes du projet

- Maître d'ouvrage : **Commune de Gueberschwihr**
68420 Gueberschwihr - mairie.gueberschwihr@wanadoo.fr
- Architecte : **Ateliers d-Form – Thomas Weulersse**
68230 Soultzbach les bains - contact@atelier-d-form.com
- Architecte associé : **Mathieu Husser**
67000 Strasbourg - 03 88 22 23 65

- B.E.T Thermique, Fluides, Eco-construction : **TERRANERGIE**
88580 SAULCY SUR MEURTHE - terranergie@aliceadsl.fr



- Entreprises : GIAMBERINI & GUY, SCHWOB, MCB, RAUSCHMAIER, GASMI, SCHOENENBERGER, ALFA FENORM, OFB, BURGER, OLRV CLOISONS, VINCENTZ, LABEAUNE, FRUH, STAMILE, HERZOG, EST BATIPEINT, GROELL, LOC'ECHAF, SCHINDLER, SCHILLING, AVEN'R

“ Le BBC + a été optimisé ”

→ Le mot du maître d'ouvrage

« Au vu des conclusions d'une étude de faisabilité comparant des projets de restructuration-extension des écoles au centre du village et d'un projet de construction neuve à côté du périscolaire dans un quartier récent de Gueberschwihr, le projet de création de groupe scolaire a été privilégié compte-tenu des objectifs fixés et des contraintes architecturales et financières qu'engendrait une réhabilitation.

Un des objectifs de ce projet a été de regrouper l'école maternelle et élémentaire sur un même site, en privilégiant un bâtiment évolutif pouvant répondre aux besoins actuels de la commune, mais également de pouvoir répondre à un projet de regroupement pédagogique dans un avenir proche.

Un second objectif énergétique a été visé : le « BBC+ », qui a été optimisé, au fur et à mesure de l'avancement du programme, selon les critères des bâtiments passifs encore plus performants et respectueux de l'environnement.

À l'issue de la mise en concurrence, nous avons auditionné 3 architectes compétents en matière de bâtiments passifs. C'est définitivement l'Atelier D-FORM associé à M. Mathieu HUSSER, qui a été retenu avec un projet d'école de « plain-pied passif ». L'équipe municipale a été confortée dans ce choix suite à une visite sur site du chantier de construction de l'école de Burnhaupt-le Haut. La volonté de concevoir un bâtiment à consommation énergétique la plus basse possible avec des performances et des critères répondant à l'appel à projet 2013 de l'ADEME et de la Région Alsace a donc été intégrée dès la conception du projet. En cours d'étude, il s'est avéré que la situation de plain-pied ne soit pas la plus optimale et performante ce qui a conduit l'équipe de conception à proposer un nouveau projet sur 2 niveaux, plus compact et plus efficace, ceci en respectant l'enveloppe financière fixée par la commune et qui, à l'état actuel d'avancement des travaux a été respectée... »

Roland HUSSER,
Maire de la Commune de Gueberschwihr

“ Il est plus pertinent de construire sur deux niveaux ”

→ Le mot de l'architecte

« Nous avons souhaité démontrer, par le projet du groupe scolaire de Gueberschwihr, qu'il était plus pertinent, dans le cadre d'une construction passive, de construire sur deux niveaux tant sur le plan économique, qu'écologique.

En effet, la conception passive la plus évidente se réalise sur un bâtiment comportant au minimum deux niveaux, une façade Sud plus importante, favorisant la compacité du projet, permettant d'avoir plus de façade au Sud et d'avoir des épaisseurs d'isolant réduites par rapport à un bâtiment passif de plain pied.

Aussi, le prix au m² est optimisé pour un bâtiment construit au centre en béton et avec une enveloppe et une toiture bois isolées avec des matériaux écologiques.

Pour l'architecture et les façades, nous avons souhaité utiliser les matériaux semblables à ceux des constructions avoisinantes. Par contre, la manière d'utiliser ces matériaux et leur position dans l'architecture est revue avec une interprétation contemporaine. La toiture végétalisée permet de réduire le volume chauffé et participe aussi à la compacité. Par contre nous avons au centre du bâtiment une ouverture au Sud, recouverte d'une toiture en tuiles, permettant des apports solaires et de l'éclairage naturel. »

Thomas Weulersse
Architecte d.p.i.g., gérant

Contacts et documents utiles pour monter votre projet

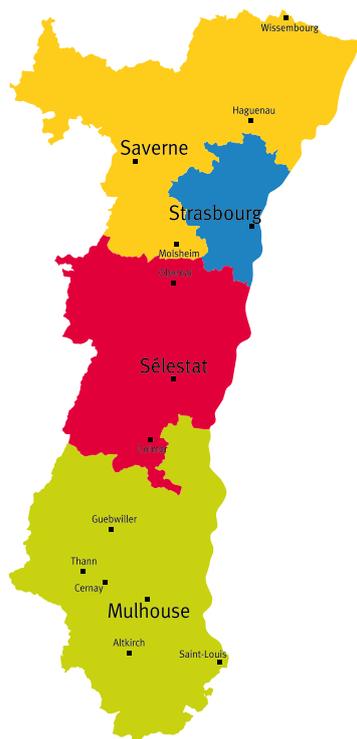
Maîtres d'ouvrages :

contactez les accompagnateurs de projets energievie.info :

- Marie-Dominique PARANIER (Région) - Agence de Saverne
marie-dominique.paranier@region-alsace.eu - 03 88 03 40 82
- Sébastien LAUB (Région) - Agence de Strasbourg
sebastien.laub@region-alsace.eu - 03 88 15 65 12
- Rémy GENDRE (Région) - Agence de Sélestat
remy.gendre@region-alsace.eu - 03 88 58 40 68
- Gautier PERRIN (Région) - Agence de Mulhouse
gautier.perrin@region-alsace.eu - 03 89 36 29 96

Professionnels du bâtiment :

contactez le centre de ressources energievie.pro à l'INSA de Strasbourg
energievie.pro@insa-strasbourg.fr



Retrouvez également dans la docuthèque du site energievie.info :



Centre de ressources
du bâtiment durable
energievie.pro
pour les professionnels
du bâtiment en Alsace

energievie.pro@insa-strasbourg.fr • www.energievie.pro

Le centre de ressources energievie.pro du bâtiment durable en Alsace fait partie du programme energievie.info. Ses actions sont destinées aux professionnels du bâtiment : diffusion des bonnes pratiques, de l'offre de formation... Il est piloté et financé par l'ADEME, la Région Alsace Champagne-Ardenne Lorraine et l'INSA de Strasbourg.

energievie.pro



Région ALSACE
CHAMPAGNE-ARDENNE
LORRAINE

INSA
STRASBOURG