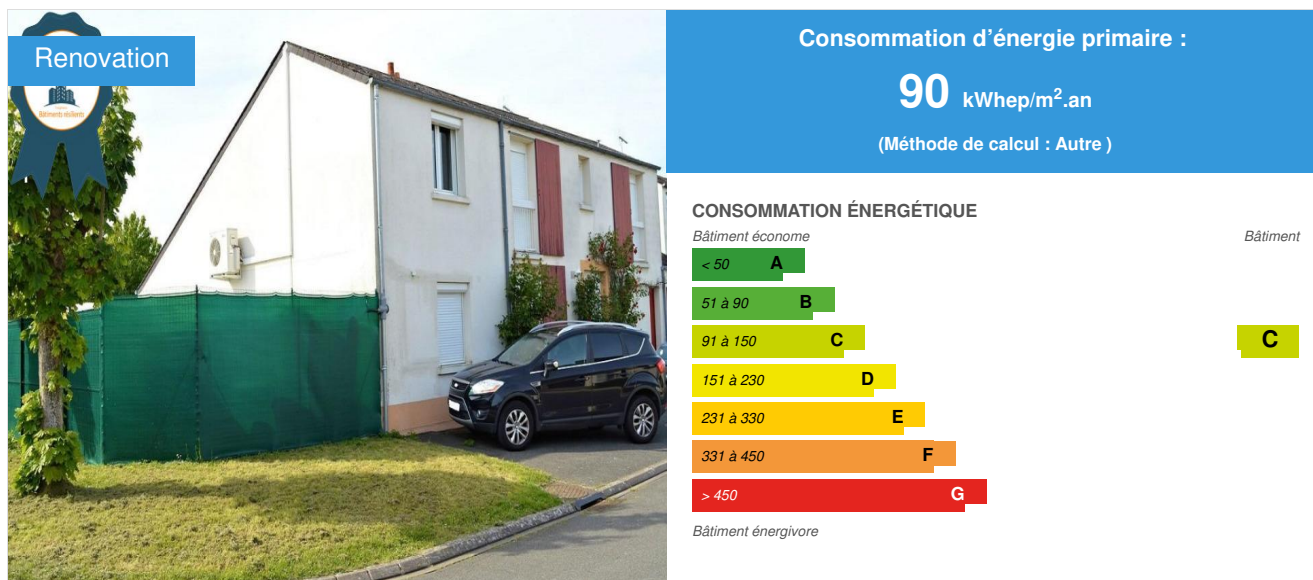


## MACH - Maison Confortée par Humidification

par Lamine IGHIL AMEUR / 2020-07-09 22:30:24 / France / 8644 / EN



**Type de bâtiment** : Maison individuelle isolée ou jumelée  
**Année de construction** : 1967  
**Année de livraison** : 1968  
**Adresse** : 10 rue d'Auvergne 41500 MER, France  
**Zone climatique** : [Cfb] Océanique hiver tempéré, été chaud, pas de saison sèche

**Surface nette** : 200 m<sup>2</sup> Autre type de surface nette  
**Coût de construction ou de rénovation** : 15 000 €  
**Nombre d'unités fonctionnelles** : 4 Logement(s)  
**Coût/m<sup>2</sup>** : 75 €/m<sup>2</sup>

### Infos générales

Ce projet a remporté une mention Grand Prix des Etudiants aux Green Solutions Awards France 2020-21 ainsi que le 1er Prix Spécial de la catégorie "Innovation" des Trophées Bâtiments Résilients 2020.

Dans un **contexte mondial de dérèglements et de changements climatiques**, les phénomènes naturels se multiplient d'une manière récurrente avec davantage d'intensité. L'année 2020 est une année hors du commun : la plus chaude en France depuis 1900 [1]. La température 2020 en France, consolidée avec les prévisions au 28 décembre dernier est de 14 °C dépassant ainsi celle enregistrée en 2018 (13,94 °C). Ainsi, en 2020, nous avons connu l'hiver le plus chaud depuis le début du XXe siècle [2], l'été (du 21 juin au 20 septembre) le plus sec depuis au moins 1959 [3] et un épisode exceptionnel de chaleur en septembre [4]. Plus récemment encore, nous avons connu le mois de novembre 2020 le plus chaud jamais enregistré à l'échelle mondiale [5].

En **2019, la sécheresse est classée 1er risque naturel** en termes de coûts des dommages engendrés, évalués entre **600 et 870 M€** par la Caisse Centrale de Réassurance (CCR), et un tiers du territoire français touché [6]. La tendance actuelle ne risque pas de s'inverser à l'avenir dans le contexte du changement climatique, avec **6 265 demandes** de reconnaissance en état de catastrophe naturelle (Cat-Nat) sécheresse 2019 traitées, dont **47% sont favorables** et **2,1 millions de maisons en zone RGA moyen-fort** [7]. A long terme, les projections illustrent cette tendance à travers une augmentation du coût cumulé de l'assurance en sécheresse de **+162%** sur la période de **2014 à 2039** [8].

Le **Cerema**, labellisé en 2020 Institut Carnot « **Clim'adapt** », multiplie ses efforts en faveur de l'**adaptation au changement climatique** par la **recherche appliquée** et l'**innovation**.

Le Cerema a expérimenté de fin 2016 à fin 2020 une nouvelle **solution de remédiation, MACH**, basée sur la **réhumidification des sols argileux** pendant la

période de sécheresse en valorisant les **eaux de pluie**, préalablement récupérées et stockées (pendant la période humide qui précède la période de sécheresse). Le **principe** de la solution MACH vise à **maintenir un état hydrique équilibré** au niveau du sol de fondation, malgré le **phénomène de retrait** et l'**aggravation** sous l'effet de l'**évapotranspiration** et la **végétation**, afin de stabiliser l'ouverture des **fissures existantes** dans la structure et empêcher l'amorce de nouvelles fissures. Les **résultats**, enregistrés durant les 4 dernières années de sécheresses intenses, sont **encourageants** en termes de stabilisation de l'ouverture des fissures existantes instrumentées par des fissuromètres.

## Démarche développement durable du maître d'ouvrage

La maison a été construite sur des sols argileux très plastiques, sujets au phénomène de **RGA** (retrait gonflement des sols argileux), avec des fondations superficielles. Avec les effets du **changement climatique** et les **sécheresses** de plus en plus intenses depuis l'été 2015, des **dommages structurels** sont apparus à l'intérieur et à l'extérieur de la maison.

En effet, les tassements différentiels du sol de fondation dus au **phénomène de retrait** pendant la période de sécheresse, puis le **gonflement** subi pendant la période humide d'une manière cyclique sous les effets du dérèglement climatique affectent les propriétés mécanique des sols et peuvent induire des instabilités au niveau de la structure.

L'objectif de la solution **MACH** est d'arriver à maintenir un état hydrique équilibré pendant la période de sécheresse pour limiter le phénomène de retrait du sol de fondation et ainsi stabiliser les dommages existants et empêcher l'apparition de nouveaux dommages.

Les avantages de la solution **MACH** sont nombreux dont les principaux sont :

- **écologique** : la seule ressource pour le fonctionnement de la solution **MACH** est la **valorisation de l'eau de pluie** préalablement récupérée et stockée,
- **économique** : comparée aux solutions classiques disponibles, dont le coût est d'au moins 50 à 70 k€ HT, le coût de la solution **MACH** à environ **15 k€ HT** la rend **accessible à tous** les sinistrés,
- **mise en œuvre légère** : l'installation de la solution **MACH** ne requière pas le déménagement ou le relogement des occupants,

Pour résumer, notre **démarche innovante** permet d'apporter une nouvelle **réponse concrète efficace** à la problématique croissante de RGA tout en étant écologique et économique.

## Description architecturale

Les travaux de confortement apportés par la solution MACH vis-à-vis du phénomène naturel de RGA ne concernent pas l'architecture du bâtiment mais la stabilité de sa structure.

## Plus de détails sur ce projet

[🔗 https://www.cerema.fr/fr/actualites/stabilisation-du-phenomene-retrait-gonflement-sols-argileux](https://www.cerema.fr/fr/actualites/stabilisation-du-phenomene-retrait-gonflement-sols-argileux)

## Crédits photo

Ighil Ameer © Cerema 2020

## Intervenants

### Maître d'ouvrage

**Nom** : M et Mme Noblecourt (propriétaires de la maison MACH)

### Maître d'œuvre

**Nom** : Cerema

**Contact** : Lamine IGHIL AMEUR (lamine.ighil-ameur[a]cerema.fr)

[🔗 https://www.cerema.fr/fr](https://www.cerema.fr/fr)

## Energie

### Consommation énergétique

**Consommation d'énergie primaire** : 90,00 kWh/m<sup>2</sup>.an

**Méthode de calcul** : Autre

### Systèmes

#### Chauffage :

- Chaufferie gaz

#### ECS :

- Chaudière gaz individuelle

#### Rafrâichissement :

- Autres

#### Ventilation :

- Ventilation naturelle

#### Energies renouvelables :

- Autres énergies renouvelables

## Environnement

### Environnement urbain

Maison individuelle avec jardin.

## Solutions

### Solution

MACH

Cerema

lamine.ighil-ameur[a]cerema.fr

<https://www.cerema.fr/fr>

Catégorie de la solution :

Voir la description dans la partie « points forts du projet » dans la carte d'identité.

L'humidification du sol de fondation via l'eau de pluie pendant la sécheresse permet de réhydrater le sol argileux qui subit le retrait et permet ainsi de limiter les vulnérabilités de la structure de la maison.

## Coûts

### Coûts de construction & exploitation

Coût total : 15 000 €

Informations complémentaires sur les coûts :

Il s'agit ici du coût total de l'installation de la solution MACH

## Concours

### Raisons de la candidature au(x) concours

Suite aux **reconnaisances géotechniques** initiales (G5) du sol en place, une couche d'**argile plastique** de 2 m d'épaisseur (sensible au RGA) a été identifiée au niveau des **fondations**. Il est à noter également dans l'état des lieux initial la présence de la **végétation** (arbres et haies) à proximité des façades endommagées. Le **principe** de la solution MACH est inspiré de l'**irrigation agricole** contrôlée via la mesure de la succion du sol. Ainsi, l'opération consiste à réaliser une **humidification** du sol de fondation pendant la période de sécheresse avec l' **eau de pluie**, récupérée puis stockée en amont. L'humidification dépend

de la **mesure** continue de la **suction du sol** et s'effectue manuellement au moyen d'ouverture de vannes. L'objectif est de **réhydrater le sol** argileux plastique à proximité des fondations et ainsi tenter de **maîtriser** la propagation des **fissures** existantes et empêcher l'amorce et la propagation de nouvelles fissures.

Le **suivi** de l'expérimentation, réalisé par le Cerema, a permis d'enregistrer des **données** pendant 4 années de sécheresse intense 2017, 2018, 2019 et 2020. Ces données concernent la **tensiométrie** du sol, la **fissuration** et la **météorologie**. Les premiers **résultats** en termes de stabilisation des fissures existantes pendant les périodes de sécheresse sont **encourageants**.

MACH est une solution **innovante** et **résiliente** : (i) **écologique**, en limitant l'impact sur la **ressource en eau** en utilisant les eaux de pluie et **en réduisant l'empreinte carbone** par rapport aux techniques de réparation classiques, (ii) **économique**, avec un coût de pose et fourniture des matériels d'environ **15 k€ HT** la rendant ainsi **accessible à tous les sinistrés** indemnisés ou pas via le dispositif cat-nat et (iii) permet, avec une **mise en œuvre légère**, de **limiter les vulnérabilités** des constructions exposées au risque sécheresse et au phénomène RGA.



Date Export : 20230824171223