

collège  
national des  
experts  
architectes  
français

CNEAF

**52<sup>ème</sup> CONGRES CNEAF**

# Enjeux climatiques & Architecture

Retour aux (re)sources ?



**27 & 28 Octobre 2022**



**ESPACE VANEL - TOULOUSE**

**PRESIDENT**

**Philippe WITT**

24, rue Pharaon – 31000 TOULOUSE

☎ 05 61 14 12 50 - Courriel : witt.philippe@orange.fr

**VICE-PRESIDENT - SECTION EXPERTS JUDICIAIRES**

**Michel JEMMING**

2A rue de Neuchâtel – 67000 STRASBOURG

☎ 06 86 08 90 64 - Courriel : expert-architecte@jemming.fr

**VICE-PRESIDENTE - SECTION EXPERTS CONSEILS**

**Chahrazad TOMA-VAstra**

11 bis Avenue de Gargan - 93600 AULNAY SOUS BOIS

☎ 06 24 94 19 46 - Courriel : agence@toma-vastra.archi

**VICE-PRESIDENTS ADJOINTS**

**1<sup>er</sup> vice-président adjoint : François-Xavier DÉSSERT**

1, place Sainte Radegonde – 86000 POITIERS

☎ 06 80 25 09 56 - Courriel : fxdesert@artechna.com

**2<sup>e</sup> vice-présidente adjointe : Michèle CHAZAL**

23, chemin de la Pomme – 69160 TASSIN

☎ 04 74 71 90 59 - Courriel : mchazal@architecte69.com

**SECRETAIRE GENERALE**

**Huguette VERNAY**

1311, route de la Côte – 38320 HERBEYS

☎ 06 25 01 88 66 - Courriel : h.vernay-architecte@huvea.fr

**SECRETAIRE ADJOINTE**

**Thérèse DEMANGE**

14, rue Fabre d'Églantine – 59000 LILLE

☎ 06 32 66 72 29 - Courriel : expert@tdemange.fr

**TRESORIER**

**Nicolas BUAL**

69, rue Jean Jaurès – 92100 BOULOGNE BILLANCOURT

☎ 06 13 82 76 60 - Courriel : n.bual@yahoo.fr

**TRESORIER ADJOINT**

**Jean-Jacques LIEN**

19, rue du Grand Fossart – 59300 VALENCIENNES

☎ 03 27 42 48 48 - Courriel : architecte.lien@free.fr

**COORDINATION NATIONALE et SECRETARIAT ADMINISTRATIF**

**Françoise RIEU**

CNEAF – 247, rue Saint-Jacques – 75005 PARIS

☎ 07 86 91 02 20 - Courriel : cneaf.experts@gmail

*Président d'Honneur Fondateur : René BENEZECH †*

*Présidents d'Honneur : Henri Louis ROUCH, Jacques DELMOTTE, Michel JEMMING*

*Membres d'Honneur : Jacques POMPEY †, Marc DUCOURNEAU*

**Siège du CNEAF – c/o Société française des architectes – 247, rue Saint-Jacques – 75005 PARIS ☎ 07 86 91 02 20.**

[www.cneaf.fr](http://www.cneaf.fr)

Sommaire :

<b>En guise d'introduction .....</b>	<b>6</b>
Philippe WITT .....	6
Didier HERNANDEZ .....	6
Alexandra ACED .....	6
<b>Le changement climatique : une ampleur sans précédent .....</b>	<b>7</b>
Serge PLANTON .....	7
<b>L'influence des activités humaines sur le climat récent .....</b>	<b>7</b>
<b>Quels scénarii pour le climat futur ?.....</b>	<b>8</b>
<b>Quelles conséquences pour la France ? .....</b>	<b>8</b>
Échanges avec la salle .....	9
<b>Transition(s) 2050 : quelle contribution du bâtiment à la neutralité carbone ? .....</b>	<b>10</b>
Jean-Christophe VISIER .....	10
<b> limiter ou compenser .....</b>	<b>10</b>
<b>Quelle situation à l'horizon 2050 ?.....</b>	<b>11</b>
<b>Le contexte réglementaire .....</b>	<b>12</b>
Pierre VIOLA .....	12
<b>La Réglementation environnementale 2020 (RE 2020).....</b>	<b>12</b>
DPE et DEET.....	13
Échanges avec la salle .....	14
<b>Envirobat : un réseau pour réduire l'empreinte des bâtiments.....</b>	<b>15</b>
Pauline LEFORT.....	15
<b>Sensibiliser, informer sur les matériaux biosourcés et le réemploi.....</b>	<b>15</b>
<b>Inciter, accompagner, partager : le Système participatif de garantie (SPG).....</b>	<b>15</b>
<b>Le point de vue de l'Architecte des bâtiments de France (ABF) .....</b>	<b>17</b>
Quitterie MARQUEZ .....	17
<b>Patrimoine et biosourcés : un couple ancestral.....</b>	<b>17</b>
Questions de la salle .....	18
<b>Le confort d'été en logement collectif : un retour d'expérience .....</b>	<b>21</b>
Jean-Pascal AGARD .....	21
<b>Méthode et mesure .....</b>	<b>21</b>
<b>Quel bâtiment thermiquement confortable ?.....</b>	<b>22</b>

<b>Accompagner les collectivités dans leurs projets bâtimentaires .....</b>	<b>23</b>
<b>La mission « Conseiller en énergie partagé » .....</b>	<b>23</b>
Lucien PASCUAL .....	23
<b>La mission chaleur renouvelable .....</b>	<b>24</b>
Éric MEYNADIER .....	24
<b>Deux exemples d'architecture bioclimatique en Occitanie .....</b>	<b>25</b>
<b>Chaudronnerie et paille : un couple idéal ? .....</b>	<b>25</b>
Leslie GONÇALVES .....	25
<b>Bâtiment passif : l'exemple d'une école élémentaire .....</b>	<b>26</b>
Laurence RYCKWAERT .....	26
<b>Table ronde et questions de la salle .....</b>	<b>27</b>
Arthur CHEVIGNARD .....	27
<b>Les matériaux naturels, entre tradition et modernité .....</b>	<b>30</b>
<b>Le béton de chanvre, un matériau ultramoderne ? .....</b>	<b>30</b>
Gilles ESCADEILLAS .....	30
Pierre NICOT .....	30
Sylvain BURG .....	32
<b>Paille : un autre regard sur l'isolation .....</b>	<b>32</b>
Léa BOLZE .....	32
<b>La filière bois est-elle mature ? .....</b>	<b>35</b>
Serge LE NEVÉ .....	35
<b>Matériaux biosourcés et technique courante .....</b>	<b>37</b>
Philippe ESTINGOY .....	37
<b>La terre dans tous ses états .....</b>	<b>40</b>
<b>Le bâti en pisé : patrimoine et pathologies .....</b>	<b>40</b>
Pascal SCARATO .....	40
<b>Construction expérimentale d'une habitation en béton de terre stabilisée pisé .....</b>	<b>41</b>
Caroline de PÉRIGNON .....	41
<b>Projet public en béton de terre : un restaurant scolaire .....</b>	<b>42</b>
Jérémy RINALDI .....	42
Frédéric JOUBERT .....	42
<b>Les matériaux biosourcés : quels points de vigilance ? .....</b>	<b>43</b>
Jean-Louis d'ESPARBES .....	43
<b>Les points de vue des magistrats, des avocats et des assureurs .....</b>	<b>44</b>
<b>Le juge administratif et l'urgence climatique .....</b>	<b>44</b>
Jean-François MOUTTE .....	44
<b>Le juge judiciaire et le traitement des litiges environnementaux .....</b>	<b>45</b>
Michel DEFIX .....	45
<b>Quelles incidences sur la mission de l'architecte au regard des marchés publics et privés ? .....</b>	<b>46</b>
Maître Sylvie GENDRE .....	46
<b>Urgence climatique et évaluation des risques .....</b>	<b>47</b>
Maître Cyrille CHARBONNEAU .....	47

<b>Table ronde et questions de la salle .....</b>	<b>48</b>
<b>En guise de conclusion .....</b>	<b>50</b>
Le retour aux ressources, c'est le retour à l'architecture ! .....	50
Matthieu POUMAREDE.....	50
<b>Sigles .....</b>	<b>52</b>



## En guise d'introduction



**Philippe WITT**

*Architecte expert et Président du CNEAF*

Créé en 1966, le CNEAF regroupe des architectes pratiquant l'expertise au sein des sections « experts de justice » (83 % du Collège) et « experts-conseils » (17 % du Collège). Il assure leur formation permanente, le partage d'expériences, et organise rencontres et échanges entre d'une part ses 222 membres (répartis en sept collèges régionaux), et d'autre part les magistrats, professeurs d'université, avocats, architectes, ingénieurs, entrepreneurs, etc.

C'est aujourd'hui le Collège régional d'Occitanie qui organise et accueille ce 52<sup>e</sup> congrès, avec le soutien actif des membres du Bureau national du CNEAF, dont plus particulièrement celui d'Huguette Vernay, secrétaire générale, de Michèle Chazal, deuxième vice-présidente, et de Françoise Rieu, coordinatrice nationale.



**Didier HERNANDEZ**

*Architecte expert, membre du CNEAF, Président du Collège régional des experts architectes Occitanie (CREA-OC), organisateur du Congrès*

Le thème des enjeux climatiques abordé pour ce 52<sup>e</sup> congrès du CNEAF s'est imposé naturellement, parce qu'il s'agit d'une préoccupation universelle et que le secteur du bâtiment présente un impact significatif. De fait, la construction est responsable du tiers des émissions de carbone, de 40 % de la consommation énergétique et de 66 % des déchets produits chaque année. La question se pose dès lors des nouveaux modes constructifs et des matériaux à inventer — ou réinventer — pour réduire cet impact, sachant que ces procédés nouveaux constituent les conflits de demain, comme on peut déjà le constater avec le solaire et l'éolien.



**Alexandra ACED**

*Architecte expert, membre du CNEAF, secrétaire du Collège régional des experts architectes Occitanie (CREA-OC), organisatrice du Congrès*

Ce congrès a été préparé sur fond d'événements climatiques catastrophiques tels que ceux que nous avons récemment vus dans l'actualité. Nos débats ne peuvent donc qu'être introduits par un exposé sur le changement climatique et ses impacts sur notre territoire national et au-delà, exposé présenté par un climatologue.

## Le changement climatique : une ampleur sans précédent



Serge PLANTON

*Climatologue, association Météo et Climat*

Comprendre la problématique du changement climatique implique en premier lieu de comprendre les observations. Ces dernières révèlent que les précédentes périodes de réchauffement se sont toujours étalées sur des milliers d'années, alors que celle que nous observons a débuté vers 1850. Parallèlement, on constate une forte augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes tout au long de la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, avec une variabilité importante. Ces changements induisent des modifications profondes des écosystèmes, à l'image de l'important recul du glacier d'Ossoue (Hautes-Pyrénées).

### L'influence des activités humaines sur le climat récent

↳ Un coupable désigné : les Gaz à effet de serre (GES)

Le rapport 2021 du Groupement international d'experts sur le climat (GIEC) souligne notamment le fait que, sur les 800 derniers millénaires, l'évolution de la concentration du CO<sub>2</sub> (dont la durée de vie est beaucoup plus importante que les autres GES tels que le méthane) dans l'atmosphère montre une augmentation brutale à partir de 1850, qui dépasse de 40 % les valeurs habituellement constatées dans les périodes interglaciaires. De fait, en 2019, les concentrations atmosphériques de CO<sub>2</sub> étaient les plus élevées jamais observées depuis deux millions d'années<sup>1</sup>.

↳ Le facteur humain établi grâce aux simulations

Le lien entre ce réchauffement et l'activité humaine a été formellement établi par comparaison entre les courbes de variation de température observées et celles simulées en prenant en compte d'une part les seuls facteurs naturels, et d'autre part les facteurs naturels et humains. La superposition de ces courbes montre clairement le rôle de ce facteur humain dans le phénomène global d'augmentation des températures (*fig. 1*). Le GIEC en conclut que **l'influence humaine sur le climat depuis le début du XX<sup>e</sup> siècle, illustrée par les nombreux records de chaleur récemment battus (notamment en France), est désormais un fait établi.**

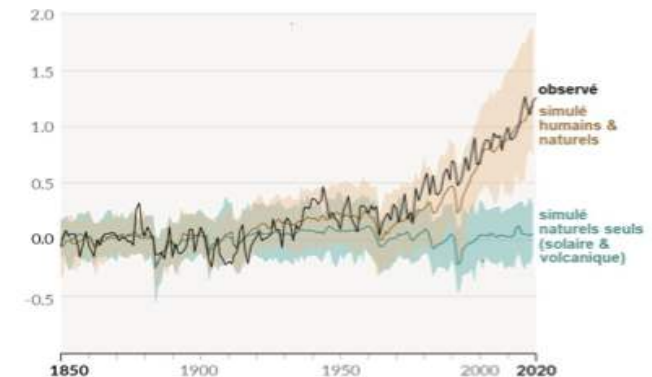


Figure 1 - Variations de températures observées et simulées

<sup>1</sup> Ces mesures ont été reconstruites à partir de carottages glaciaires

## Quels scénarii pour le climat futur ?

↳ Évolutions possibles des émissions de CO<sub>2</sub> et conséquences sur le climat

Potentiellement, les activités humaines sont susceptibles de produire, en 250 ans, un réchauffement climatique atteignant +4° à +5°, équivalent à celui produit par la nature en 10000 ans. Le GIEC estime, à cet égard, que dans un scénario « sobre » l'augmentation de température atteindra un maximum de 1,5° vers 2030, alors que dans un scénario « laisser-faire » (c'est-à-dire sans politique climatique), elle pourrait atteindre 3,5° à 5,5° à la fin du siècle. En tout état de cause, quel que soit le scénario, les vingt prochaines années seront marquées par un changement climatique nécessitant une adaptation.

↳ Adaptation et atténuation, des stratégies climatiques complémentaires

Outre cette nécessaire adaptation, l'exigence de parvenir à la neutralité carbone (zéro émission de GES) en 2050 implique de réduire de 45 % les émissions de GES d'ici 2030 par rapport au niveau de 2010. Cela implique la mise en œuvre de transitions rapides et de grandes portées, notamment en matière de bâtiment. Il convient enfin de rappeler que l'adaptation et l'atténuation ne sont pas des stratégies antagonistes, mais qu'au contraire leur complémentarité est impérative. Cela passe par une évaluation plus systématique des synergies/antagonismes entre les deux, afin d'éviter les « mal-adaptations ».

## Quelles conséquences pour la France ?

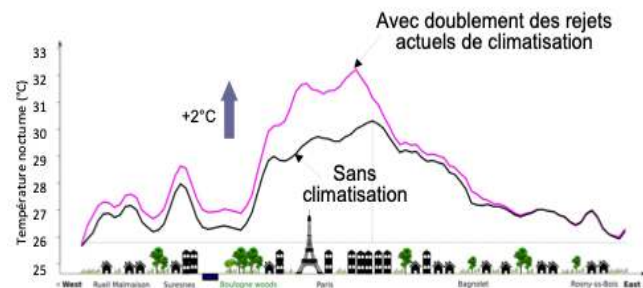


Figure 2 – Effet de la climatisation sur l'îlot de chaleur urbaine

↳ Sur 100 ans, une hausse d'un facteur 1 à 4 en fonction des scénarii

Dans le scénario dit « sobre », les perspectives à l'échelle de la France prévoient un réchauffement durant quelques décennies, puis une stabilisation de la température. En revanche, le scénario dit « laisser faire » (qui pourrait s'imposer selon certaines publications récentes) aboutirait à des températures supérieures de 5 ou 6° à celles relevées l'été dans le climat actuel. C'est d'ailleurs ce scénario que les études privilégient pour la France à l'heure actuelle, scénario qui prévoit en outre une diminution significative des précipitations et une augmentation de la durée et de l'intensité des sécheresses.

↳ Les impacts sur le secteur du bâtiment

Si divers impacts avérés et potentiels du réchauffement climatique sont d'ores et déjà cartographiés<sup>2</sup>, ceux affectant le secteur du bâtiment résultent essentiellement de la problématique du retrait/gonflement des argiles, de la question des îlots de chaleur urbains (dont les effets ne peuvent être atténués que par une végétalisation arrosée) et de la climatisation en milieu urbain (dont le doublement des rejets entraînerait une hausse de température supplémentaire de 2° — fig.2), et enfin de l'érosion des côtes, avec un retrait prévisible de 65 m du trait de côte vers 2050.

<sup>2</sup> Voir à ce sujet [le site de l'Observatoire national des effets du réchauffement climatique \(ONERC\)](#)



## Échanges avec la salle

De [anonyme]

Qu'en est-il des actions de réduction des GES à l'échelle planétaire ?

**Serge PLANTON**

Si, en avril 2021, 140 pays avaient ratifié les accords sur le climat issus de la Conférence des parties 2021 (COP21), la vraie question est celle de la capacité des signataires à tenir des engagements qui, en l'état actuel, restent à renforcer pour nous placer sur une trajectoire menant vers un réchauffement de 2°.

De **Martial LE BOUËDEC, architecte expert à Quimper (Finistère)**

La réduction de moitié de la population mondiale permettrait-elle d'atteindre le scénario « sobre » ?

**Serge PLANTON**

Plus qu'une question démographique, le réchauffement climatique est déterminé par un modèle économique fondé sur l'utilisation d'énergies fossiles. Ainsi, l'empreinte carbone d'un Chinois s'avère nettement inférieure à celle d'un Français.

De [anonyme]

Quel est l'impact du bâtiment industriel sur le réchauffement climatique ?

**Serge PLANTON**

En France, en 2019 la part du logement était de 17 %, celle l'industrie et de l'agriculture de 19 %, et celle des transports de 31 %.

De **Franck KAFTAN, architecte expert à Bonzac (Gironde)**

Pour quelle raison le changement climatique entraîne-t-il des variations du niveau des océans ?

**Serge PLANTON**

À l'échelle mondiale, le niveau des océans a augmenté de 20 cm depuis le début du XXe siècle, avec des variations locales de plus ou moins 20 % pouvant résulter par exemple du débit d'un fleuve, ou encore de la fonte des glaces au Groenland. À l'horizon 2050 ce niveau moyen devrait encore augmenter de 15 à 30 cm, voire d'un mètre ou deux dans le scénario du pire. Cela pourrait même atteindre 16 m d'augmentation vers 2300...

De [anonyme]

Dans quelle mesure le changement climatique est-il dû à l'effet humain plutôt qu'à des phénomènes naturels ?

**Serge PLANTON**

Si les variations naturelles ont en effet toujours existé — on en connaît les causes —, on ne parvient pas à expliquer scientifiquement le réchauffement climatique récent sans prendre en compte le facteur humain. Il convient, pour le comprendre, de se reporter aux courbes de la figure 1 ci-dessus.

# Transition(s) 2050 : quelle contribution du bâtiment à la neutralité carbone ?



Jean-Christophe VISIER

Spécialiste de la prospective du bâtiment, Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME)

Dans le cadre de son projet « Transition 2050 », l'ADEME cherche la meilleure voie pour atteindre l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050. Ainsi, alors que chaque Français émet, chaque année, dix tonnes de carbone dans l'atmosphère, le pays s'est engagé ne pas émettre plus de carbone qu'il n'en absorbe. Cela signifie une diminution considérable du volume des émissions, et en parallèle une augmentation de la capacité d'absorption des « puits de carbone ».

## Limiter ou compenser

### ↳ Quatre scénarii

Quatre scénarii très contrastés ont été étudiés (*fig. 3*) : le premier (S1 « génération frugale ») s'appuie sur la frugalité volontaire ou contrainte, le deuxième (S2 « coopération territoriale ») compte sur la définition collective de solutions locales, le troisième (S3 « technologies vertes ») se fonde sur les apports technologiques pour limiter les émissions de GES, et le dernier (S4 « pari réparateur ») compte sur l'apparition future de technologies capables de réparer les dommages environnementaux.

### ↳ Quatre leviers d'actions

En regard de ces quatre scénarii, quatre leviers d'action peuvent être mis en œuvre, plus ou moins adaptés à chaque scénario. Ainsi, dans le scénario S1, le levier dit « puit carbone » ne considère que la protection des sols et des forêts, alors que dans les scénarii plus technologiques (S3 et S4) il pourrait concerner les matériaux mis en œuvre dans les bâtiments — par exemple le bois —, puis des technologies de décarbonation (qui ne sont pas encore au point) : captation du CO<sub>2</sub> au sommet de la chaîne de production du béton (« technologie verte »), enfouissement du CO<sub>2</sub> capté dans l'atmosphère (pari réparateur). Le levier « énergie décarbonée », qui prévoit une substitution des énergies fossiles par les énergies nucléaires ou géothermiques, par exemple, trouve plutôt sa place dans le scénario S3. Le levier « efficacité », pour sa part, porte sur l'isolation et la performance des bâtiments, et s'inscrit également dans le scénario S3. Enfin, le levier « sobriété » pourrait agir sur la surface utile des bâtiments et le nombre de personnes les occupant.



## Quelle situation à l'horizon 2050 ?

↳ Pour le bâtiment, des consommations d'énergie contrastées

Si la consommation d'énergie dans le bâtiment suit la même tendance que depuis 2015, elle pourrait, d'ici 2050, baisser de 23 %. En revanche l'application des scénarii présentés ci-dessus aboutirait, à la même échéance, à des situations contrastées : ainsi, le scénario S1 entraînerait une diminution de 49 % de cette consommation, quand le scénario S4 générerait une baisse de seulement 21 %. En ce qui concerne les émissions de carbone, seuls les trois premiers scénarii parviennent à un niveau d'émission très bas en mettant en œuvre des pratiques et des technologies existantes, dont une bonne gestion des terres et des forêts.

↳ Isolation performante et décarbonation : des choix incontournables

Le premier des points incontournables et communs aux différents scénarii étudiés porte sur l'isolation thermique, qui concernera 80 % des logements en 2050. **Ce point constitue le défi majeur auquel sont d'ores et déjà confrontés les architectes. À cet égard les scénarii les moins ambitieux exigent une accélération sans précédent du rythme des rénovations**, ces dernières devant être adaptées non seulement au changement climatique, mais également à l'évolution démographique et au vieillissement de la population. Le second point porte sur la décarbonation de l'énergie : suppression du fioul, diminution de la part des logements chauffés au gaz, forte électrification via les pompes à chaleur dont les performances seront améliorées.

↳ Quelle place pour la sobriété ?

Enfin, la question de la sobriété implique de construire moins alors que, dans la perspective d'un scénario technologique (S3) on constate un accroissement considérable du nombre de logements, mobilisant beaucoup de matériaux et augmentant fortement l'artificialisation des sols. Parallèlement, le choix de la sobriété présente, en matière de consommation d'énergie, des conséquences fondamentalement différentes en fonction des scénarii : forte décroissance de la consommation dans les scénarii S1 et S2, et à l'inverse augmentation significative dans le scénario S4.

↳ Et les architectes, dans tout ça ?

S'il est probable que la mise en œuvre des matériaux biosourcés impliquera fortement les architectes d'ici 2050, c'est cependant en matière de sobriété et d'efficacité énergétique que leurs compétences se révéleront primordiales. À l'avenir, ce métier devrait faire sens en ce qu'il aura pour mission d'inventer les bâtiments de demain, lesquels seront certainement très différents de ceux d'aujourd'hui.

On trouvera plus d'informations sur le site [transitions2050.ademe.fr](https://transitions2050.ademe.fr).

## Le contexte réglementaire



Pierre VIOLA

Ingénieur en construction, Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL) Occitanie

Si le contexte du logement en région Occitanie, au regard de la précarité énergétique, ressemble globalement à celui de la France entière, l'étiquetage « Diagnostic de performance environnementale (DPE) » révèle cependant qu'environ 10 % des bâtiments sont classés F et G, contre plus de 17 % en moyenne nationale. Au niveau départemental, l'arc languedocien et la Haute-Garonne se révèlent moins marqués par le problème des « passoires énergétiques » parmi les résidences principales, et donc moins affectés par la précarité énergétique.

## La Réglementation environnementale 2020 (RE 2020)

↳ Les objectifs de la RE 2020 : améliorer, inciter et mesurer

Cette nouvelle réglementation vise trois objectifs : le premier concerne l'efficacité énergétique, à travers l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments et la réduction des consommations. Le deuxième objectif porte sur la diminution de l'impact du climat, notamment par la prise en compte des émissions de carbone sur l'ensemble du cycle de vie du bâtiment, l'incitation à recourir à des modes constructifs peu émetteurs et à des énergies moins carbonées.

Enfin, le troisième objectif prévoit la **définition d'indicateurs de l'adaptation des logements aux conditions climatiques à venir, par exemple en matière de lutte contre les surchauffes d'été**. Précisons que cette réglementation s'inscrit dans le cadre de la stratégie bas carbone de la France et de son plan d'adaptation au changement climatique, ces deux dispositifs devant évoluer en 2023.

...	1 <sup>er</sup> janvier 2022	1 <sup>er</sup> juillet 2022	1 <sup>er</sup> janvier 2022	1 <sup>er</sup> janvier 2022	1 <sup>er</sup> janvier 2023
	<b>Exigences et méthode</b> Décret exigences Arrêté exigences et méthode	<b>Exigences et méthode</b> Décret exigences Arrêté modificatif	<b>Données environnementales</b> Décret déclaration Arrêté déclaration Arrêté vérification	<b>Attestations</b> Décret attestation Arrêté attestation Arrêté Etudes de faisabilité des appros en énergie	<b>Exigences</b> Arrêté modificatif exigences  <b>Constructions temporaires et extensions constructions de petite surface</b> courant 2022
	<b>Maisons individuelles Logements collectifs</b>	<b>Bureaux, Enseignement primaire et secondaire</b>	<b>Produits de construction, décoration, équipements électriques, électroniques et de génie climatique</b>		
	Décret du 29/07/21 Arrêté du 4/08/21	Décret 01/03/22 Arrêté du 6/04/22 Et annexes	Décret du 16/12/21 Arrêtés du 14/12/21	Décret du 30/11/21 Arrêtés du 9/12/21	

Figure 4 – Le calendrier de la RE 2020

↳ Un calendrier déjà effectif, des ressources accessibles

Entrée en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 2022 pour la partie logements et le 1<sup>er</sup> juillet pour la partie tertiaire et enseignement, la RE 2020 sera définitivement applicable le 1<sup>er</sup> janvier 2023, avec la mise en œuvre des textes relatifs aux constructions temporaires, extensions et constructions de petite surface (fig. 4).

Par ailleurs, les ressources relatives à la RE 2020 sont disponibles sur [le site de la DREAL Occitanie](#) ainsi que sur [le site national](#) de la RE 2020. D'autres ressources sont également accessibles aux adresses <https://www.mooc-batiment-durable.fr/> et sur le [site de la base INIES](#).

## DPE et DEET

↳ Le DPE révisé : vers un audit énergétique généralisé des « passoires thermiques »

Toujours en vigueur pour les ventes et les locations, pour les constructions neuves et sur les annonces immobilières, le DPE a fait l'objet d'une refonte en 2022, avec la création d'une étiquette mixte énergie-climat, la mise en place d'une méthode de calcul unifiée, ainsi que de nouveaux indicateurs dans le cadre de la lutte contre les surchauffes d'été, l'estimation des frais annuels d'énergie et les scénarii de travaux. Ce DPE révisé prévoit également, dans certains cas, un audit énergétique obligatoire pour les logements classés G ou F puis, à terme, pour ceux classés E et D.

Diverses ressources d'information sont disponibles sur les sites de la [DREAL Occitanie](#), de la [RE 2020](#) et sur le site de l'[Observatoire du DPE](#).

↳ Quel dispositif pour le tertiaire ?

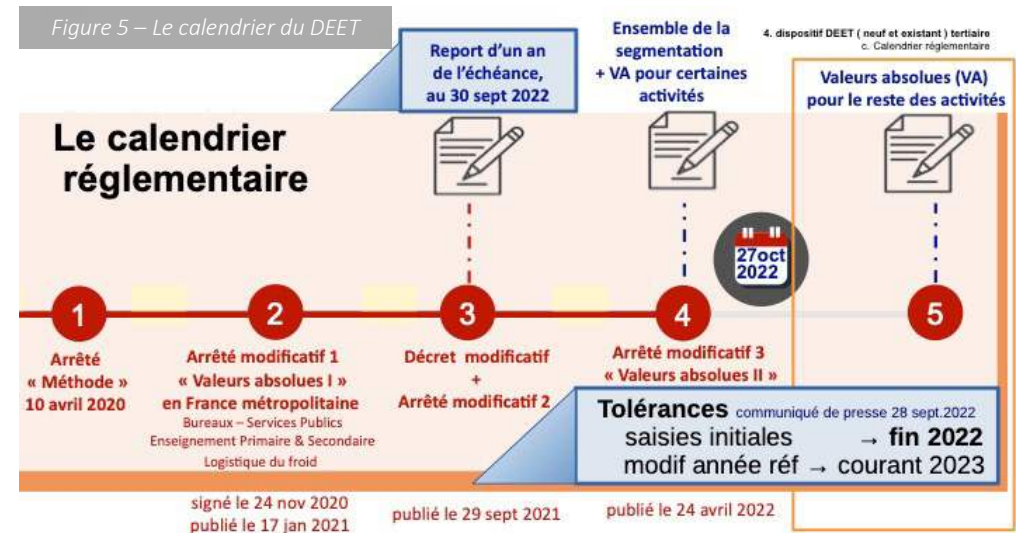
En ce qui concerne le secteur tertiaire, le Dispositif écoénergétique tertiaire (DEET) a pour objectif d'inciter à suivre une trajectoire vers la transition énergétique soit par la réglementation, soit par la valorisation du patrimoine immobilier des entreprises. Cette trajectoire passe par l'amélioration du confort et du fonctionnement des bâtiments, ainsi que par la diminution de leur consommation énergétique, soit en pourcentage (-40 % en 2030, -50 % en 2040 et -60 % en 2050), soit en valeur absolue.

**Tous les bâtiments du secteur tertiaire sont concernés** — sauf rares exceptions : bâtiments existants et neufs, à partir d'un seuil, en cumul de surfaces de plancher par propriétaire ou preneurs à bail, de 1000 m<sup>2</sup>. À titre d'exemple, en Occitanie le parc de bâtiments tertiaires assujetti au DEET est estimé à environ 54310 bâtiments, soit environ un bâtiment sur cinq.

Si cette réglementation n'est pas encore complète, le dispositif est cependant en place, en dépit d'un report d'un an qui a donné lieu à des tolérances de déclaration et d'un droit à l'erreur valable en 2023 (fig.5).

Dans ce cadre également, des ressources et des outils de déclaration

et de suivi en ligne sont disponibles sur [la plateforme de l'Observatoire de la performance énergétique, de la rénovation et des actions du tertiaire \(OPERAT\)](#) ainsi que les sites de la [DREAL Occitanie](#) et du [Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement \(CEREMA\)](#).



## Échanges avec la salle

**De Huguette VERNAY, architecte experte à Herbeys (Isère)**

Le DEET est-il valable pour toute la France ?

**Pierre VIOLA**

Il s'agit bien d'un dispositif national

**De Céline PETREAU, architecte experte à Bordeaux (Gironde)**

Ce dispositif entraînera-t-il la mise en place de sanctions en cas de non-respect ?

**Pierre VIOLA**

Les informations de consommations des entreprises du tertiaire collectées sur la plateforme OPERAT feront l'objet d'un suivi par les agents de l'État pour s'assurer que les objectifs seront atteints. L'idée de la plateforme reste cependant de permettre aux acteurs du tertiaire d'assurer eux-mêmes le suivi de leur trajectoire, afin de valoriser leur patrimoine immobilier par des labels qu'ils peuvent afficher. Au-delà d'une période de 10 ans, si les obligations réglementaires ne sont pas respectées, un dispositif de sanctions est effectivement prévu, mais il n'est pas encore applicable.

**De Cyrille CHARBONNEAU, avocat, docteur en droit de la construction, enseignant à l'Université Paris V**

Face à cet objectif assez audacieux, des mesures d'accompagnement, de fiabilisation et de financement de l'outil de production — dont on sait qu'il peine à répondre à la demande tant dans le neuf que dans la rénovation — sont-elles prévues ?

**Pierre VIOLA**

Certains dispositifs ont en effet été mis en place dans le cadre du Plan de relance et de France 2030, et peuvent contribuer à l'efficacité des différents secteurs. Par ailleurs, si les obligations auxquelles le secteur tertiaire est soumis résultent de la loi ELAN, il ne ressort pas de cette dernière l'obligation de définir des dispositifs d'accompagnement. La question reste cependant pertinente.

**De Franck KAFTAN, architecte expert à Bonzac (Gironde)**

Comment envisage-t-on l'isolation d'immeubles de type haussmannien, ou ceux présentant des modénatures intérieures et extérieures complexes, par exemple ?

**Pierre VIOLA**

Le suivi des trajectoires et l'atteinte des objectifs supposent de mobiliser tous les leviers, dont celui des travaux sur les bâtiments, l'implication des occupants dans la réduction des consommations d'énergie, la gestion améliorée des bâtiments... Des mesures sont également prévues en cas de difficulté pour atteindre les objectifs dans l'ancien lorsque le retour sur investissement n'est pas réaliste.

## Envirobot : un réseau pour réduire l’empreinte des bâtiments



Pauline LEFORT

*Cheffe de projets qualité construction & filières matériaux, Envirobot Occitanie*

Sous la forme d’une association, Envirobot est à la fois un réseau d’acteurs professionnels de la construction (250 adhérents) et un centre de ressources, dont l’objectif est de contribuer à réduire l’empreinte environnementale des bâtiments en Occitanie. De fait, le secteur du bâtiment est l’un des plus gros contributeurs au changement climatique, mais également un puissant pourvoyeur de solutions. À cet égard, la réglementation, et plus particulièrement la RE 2020, constitue un important levier de changement des pratiques, notamment au niveau du poids carbone des constructions.

### Sensibiliser, informer sur les matériaux biosourcés et le réemploi

#### ↳ Des leviers de changement efficaces

Au-delà de la réglementation, l’information et la formation constituent également les leviers de changement et, au sein de ces leviers, des outils efficaces sont mis en œuvre : veille technique et réglementaire produisant un document de synthèse mensuel, événements de sensibilisation sur les sujets réglementaires, valorisation de projets de bâtiments démonstrateurs, visites de bâtiments en chantier ou livrés — notamment ceux mettant en œuvre de manière expérimentale une mixité de matériaux ou des blocs en terre crue sous ATex, etc.

#### ↳ Des ressources articulées autour de projets concrets

Des groupes de travail sont également organisés sur les questions de réemploi, ainsi que des visites de sites de production et de transformation des matériaux. Enfin, une offre de formation est progressivement mise en place pour accompagner la montée en compétence des professionnels, et des ressources sont mises à disposition sur le site <https://www.envirobot-oc.fr/R-occi> autour de trois projets (R-OCCL, Waste2build et Circul’Air).

### Inciter, accompagner, partager : le Système participatif de garantie (SPG)

#### ↳ Des démarches spécifiques et évaluées

Envirobot pilote deux démarches de qualité environnementale s’appuyant sur un système participatif de garantie : l’une, appelée Bâtiment durable Occitanie (BDO) concerne le bâtiment durable, l’autre — Quartier durable Occitanie (QDO) se place à l’échelle du quartier. Dans les deux cas, les évaluations sont faites par des pairs selon un référentiel co-construit avec les acteurs. **L’objectif est d’embarquer les acteurs régionaux vers un bâtiment ou un quartier durable aussi simple à construire que des bâtiments non durables.** Par ailleurs, les projets font l’objet d’évaluations en trois étapes : conception, réalisation et usage.

La démarche d’Envirobot reste territorialisée et met en avant les spécificités des territoires d’Occitanie, tant en typologie de projets que par rapport aux climats locaux, ou encore au regard de la densité.

↳ Trois exemples de projets en démarche Bâtiment Durable Occitanie

Les différents projets BDO accompagnés par Envirobat témoignent d'une tendance nette à l'inclusion de matériaux biosourcés dans la construction, notamment par des acteurs tels que des promoteurs immobiliers, comme le montrent ces trois exemples :

- Le premier concerne la construction de 104 logements à parois non porteuses en bois/paille
- Le deuxième porte sur un ensemble immobilier composé de six bâtiments d'assez grande hauteur avec façades préfabriquées en murs ossature bois, avec mise en œuvre de matériaux mixtes bois/métal/béton pour la structure
- Le troisième, enfin, se compose d'un ensemble de résidences collectives et individuelles dont refends et pignons porteurs sont construits au moyen de blocs de terre crue sous ATex.

Ces exemples montrent que **la question des matériaux bio- et géo-sourcés sort du cadre de la commande publique pour se tourner vers la promotion immobilière.**





## Le point de vue de l'Architecte des bâtiments de France (ABF)



Quitterie MARQUEZ

*Architecte des bâtiments de France*

Les espaces protégés se définissent, depuis 1943, par la mise en place d'une zone qualitative située aux abords d'un monument historique et intimement liée à l'édifice à sauvegarder. À cet égard, les dossiers instruits par l'ABF portent sur des conflits entre servitudes d'utilité publique et intérêts privés, avec l'objectif de sauvegarder et mettre en valeur le patrimoine culturel, et favoriser la qualité architecturale urbaine et paysagère. Si cette action régaliennne n'est pas toujours appréciée à sa juste valeur, il convient cependant de rappeler que les ABF n'instruisent qu'une part mineure des demandes d'autorisation d'urbanisme.

### Patrimoine et biosourcés : un couple ancestral

↳ L'art et la matière



Au fil des dossiers qu'il instruit, l'ABF croise régulièrement des constructions mettant en œuvre des matériaux traditionnels, tels que le pisé, l'enduit à la chaux ou le bois, mais aussi la pierre, la terre cuite ou le chaume.

Ces matériaux sont considérés comme des matériaux bio- et géo-sourcés au même titre que les enduits chaux-chanvre, la terre crue, la ouate de cellulose ou le béton de chanvre, de conception récente que l'on retrouve dans une large gamme de présentations et d'usages, et dont le ministère de la Transition écologique assure la promotion.

Ils sont à cet égard souvent recommandés aux abords des monuments historiques, et constituent un réel retour aux sources en ce qu'ils sont issus de démarches empiriques s'appuyant sur l'expérience.

↳ Techniques nouvelles et patrimoine

Bien que le matériau ne soit pas considéré comme biosourcé, le projet du musée Narbovia (à Narbonne), qui prévoit la mise en œuvre d'un béton compacté coloré suivant le procédé du pisé, constitue une réinterprétation d'une technique ancestrale empirique.

À Mirepoix (Ariège), où l'environnement patrimonial est remarquable, un projet de réhabilitation d'une façade ancienne à pans de bois prévoyait un remaniement de la structure bois et un remplissage en matériau biosourcé moderne et enduit à la chaux. Ce projet, qui ne mettait pas en danger l'aspect patrimonial du bâtiment, a reçu un avis favorable de l'ABF.

À Boulogne-Billancourt (Hauts-de-Seine), c'est un projet de construction d'un immeuble d'habitation et commerce qui a été validé par l'ABF. Il prévoit la mise en œuvre d'une structure bois et d'une façade en terre crue, et son dessin s'insère parfaitement dans son environnement patrimonial haussmannien.

Enfin, il faut ici rappeler l'existence de la Maison Feuillette (fig.7), construite en paille en 1920, principalement pour des questions économiques, avec un matériau abondant, renouvelable et peu coûteux. Elle reste aujourd'hui le plus ancien bâtiment construit en ossature bois et paille, et vient à ce titre de faire l'objet d'un classement en tant que monument historique.

À la lumière de ces exemples, il est pertinent d'affirmer que le patrimoine emploie des matériaux biosourcés depuis « la nuit des temps ». Les ABF restent à cet égard ouverts aux techniques modernes « ré-utilisant » ces savoir-faire ancestraux dans le respect des formes urbaines dans lesquelles le projet s'insérera.



Figure 7 – La maison Feuillette, 1920

## Questions de la salle

**De Martial LE BOUËDEC, architecte expert à Quimper (Finistère)**

Dans quelle mesure l'ABF n'assure-t-il pas la police de l'urbanisme ?

**Quitterie MARQUEZ**

L'ABF est consulté dans le cadre de l'instruction de la demande d'autorisation d'urbanisme, et pour la partie protection du patrimoine. L'avis qu'il rend est transmis au maire, dont l'arrêté reprend *stricto sensu* le contenu. C'est cependant bien le maire qui autorise — ou n'autorise pas — les travaux. En cas de travaux non autorisés, l'ABF est habilité à dresser des procès-verbaux qui sont ensuite transmis au procureur.

**De Martial LE BOUËDEC, architecte expert à Quimper (Finistère)**

Face aux enjeux climatiques, est-il pertinent d'imposer du simple vitrage sur un bâtiment privé monument historique ?

**Quitterie MARQUEZ**

D'une manière générale l'ABF ne se prononce pas sur les travaux de restauration d'un monument historique, mais **participe à l'élaboration d'un avis rendu collégalement par la Conservation régionale des monuments historiques** et remis au préfet de région. Il arrive cependant que des conservateurs fassent preuve d'un certain manque de souplesse.

**De Martial LE BOUËDEC, architecte expert à Quimper (Finistère)**

Qu'en est-il de l'impact des pompes à chaleur (PAC) en matière de protection du patrimoine ?

### Quitterie MARQUEZ

Lorsque des travaux — tels que l'installation d'une PAC — modifient l'aspect extérieur visible depuis l'espace public d'une maison située en secteur protégé, l'ABF étudie avec le pétitionnaire les options maintenant l'intégrité esthétique du bâtiment. Inversement, si la demande porte sur l'installation de panneaux photovoltaïques, il orientera le demandeur vers une PAC. Cependant un amendement à la loi ELAN proposé par le Sénat prévoit de faire passer l'avis de l'ABF de « conforme » à « simple » pour tout ce qui concerne les équipements photovoltaïques sur les couvertures, avec les conséquences que l'on peut imaginer...

Enfin, pour répondre aux interrogations concernant l'isolation des bâtiments de type haussmannien, l'ABF n'autorise pas l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) parce que cette dernière entraîne la perte de l'authenticité de la façade.



## Partenariats :

### LAFARGE

Pour fabriquer ses bétons écoresponsables, la société LAFARGE s'appuie sur trois piliers :



- **Réduire** le carbone par le choix des constituants du béton. Le ciment joue à cet égard un rôle primordial sur le poids carbone du béton, et les bétons livrés par **Lafarge** contiennent désormais 50 % de carbone en moins
  - **Recycler** les eaux composant le béton (20 % des constituants), drainées sur les sites de production, ainsi que les granulats lors des déconstructions
  - **Réinventer** par l'innovation et le développement durable en créant de nouveaux matériaux pour atteindre la neutralité carbone en 2050.
- Concernant **la gestion des eaux de pluie**, Lafarge propose des bétons perméables mis en œuvre sur les pistes cyclables ou des parkings, ainsi qu'en toiture-terrasse de tous types, associés dans un complexe structurant et drainant. Enfin, Lafarge s'attache à produire ses bétons à moins de 10 km des chantiers à livrer.

### ETAT9

ETAT9 est une société spécialisée dans les multiservices liés aux catastrophes naturelles et accident affectant les bâtiments et les matériels.



ETAT9 intervient en décontamination et assèchement après incendie, en recherche de fuites, en maîtrise de la qualité de l'air et contrôle hygrométrique, et enfin en dépollution des sols et confinement en situation de sinistre.

ETAT9 offre une grande variété de services, tous complémentaires. Ses équipes travaillent de manière transversale avec un seul interlocuteur. Elles interviennent notamment pour prendre des mesures conservatoires, effectuer des audits de réseaux, placer les lieux sous contrôle hygrométrique ou assécher.

L'entreprise dispose d'une flotte de véhicules techniques équipés de matériels récents, notamment en matière de recherche de fuite : vidéo, fumigène, électroacoustiques. Elle effectue également des analyses et des contrôles des réseaux en assistance aux expertises.

## Le confort d'été en logement collectif : un retour d'expérience



Jean-Pascal AGARD  
Gérant du bureau d'études ATMOsphères

Sujet récent soulevé par la RE2020, la question du confort d'été a incité un bailleur social toulousain à s'interroger sur la construction de logements collectifs confortables en été à l'horizon 2050, à travers un appel d'offres auquel le bureau d'études ATMOsphères a répondu au sein d'un groupement d'Assistance à maîtrise d'ouvrage (AMO). Créé en 2005, ATMOsphère réalise des missions en amont de la maîtrise d'œuvre, des missions de maîtrise d'œuvre d'équipements techniques et des missions d'assistance technique à maîtrise d'ouvrage dans les domaines du génie climatique et de l'énergie, applicables à l'exploitation des équipements après réception.

### Méthode et mesure

↳ Méthodologie : du bon sens, surtout du bon sens !

Les membres du groupement d'AMO ont initialement mis en place une approche simulant des conditions environnementales, architecturales et d'aménagement et fondée sur leurs expériences et le bon sens : optimisation des implantations, des formes et des morphologies, des ventilations naturelles, de l'inertie thermique, maîtrise de l'étanchéité à l'air, etc.

↳ Définir l'inconfort d'été : zoom sur les DH

Introduit par la RE2020, l'indicateur Degré-heure (DH) exprimé en « °C.h » traduit la durée et l'intensité des périodes d'inconfort d'un bâtiment sur une année. Le graphique ci-contre (fig. 8) montre que le degré d'inconfort se calcule, en période d'occupation, par rapport à une température de 26°C (puis 27° et 28°C du fait de l'adaptation du métabolisme humain). La RE 2020 s'appuie ainsi sur des données météorologiques dynamiques issues d'un fichier prenant en compte les données issues de la canicule d'août 2003 pour simuler le comportement du bâtiment et calculer la somme des DH pour définir le degré d'inconfort par rapport à des seuils réglementaires hauts et bas. **Cet indicateur constitue une évolution majeure par rapport à la Réglementation thermique 2012 (RT 2012).**

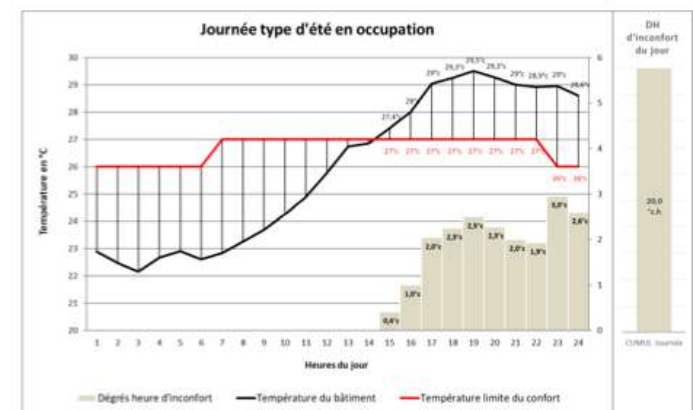


Figure 8 — Calcul de l'inconfort d'été

## Quel bâtiment thermiquement confortable ?

### ↳ Une hypothèse de base pertinente

Par la suite un travail a été mené en imaginant, en fonction des données et matériaux disponibles, un bâtiment construit selon la RT 2012 et en fonction des critères correspondant au projet : mode constructif classique isolé, faible perméabilité à l'air, logements traversants, prise en compte des données météo locales, sensibilité à l'exposition au bruit. Après compilation ces données ont abouti à la définition de bâtiments n'atteignant pas le seuil bas (fixé à 350 DH) d'inconfort thermique d'été.

### ↳ L'impact des invariants

Une analyse de l'impact des données invariantes sur le nombre de DH aboutit à effectuer des choix souvent fondés sur le bon sens, qui se rapprochent des recettes traditionnellement mises en œuvre dans les régions de l'arc méditerranéen : une forte inertie thermique (planchers lourds de derniers niveaux, ITE), des logements traversants, des espaces tampons solarisés tels que des loggias (avec protections solaires semi-automatiques), des parkings aux rez-de-chaussée ouverts sur l'extérieur, des brasseurs d'air. Si les logements traversant permettent d'assurer une ventilation nocturne de façade à façade très efficace, ils impliquent la mise en œuvre de solutions dédiées aux zones bruyantes telles que des ventilations artificielles via, par exemple, des installations double flux individuelles ou collectives. De plus, une perméabilité à l'air des bâtiments d'une valeur inférieure ou égale à  $0,8 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$  est recommandée.

### ↳ Quelles conclusions ?

Outre le fait que la RE2020 s'avère encore trop optimiste en matière de confort thermique d'été, elle laisse la possibilité au concepteur de définir une zone thermique homogène à l'échelle de l'ensemble du bâtiment, ce qui masque les risques d'inconforts de chaque niveau et de chaque logement.

Seules les simulations thermiques dynamiques permettent de modéliser finement les phénomènes thermiques et de réaliser des études de sensibilité indispensables à la définition d'un confort thermique d'été optimisé : prise en compte de planchers sur terre-plein, de la définition des protections solaires, de l'inertie thermique...

D'autre part, cette étude révèle que ce qui est vrai pour le confort thermique d'été ne l'est pas pour la décarbonation des bâtiments. Ainsi, les seuils relatifs aux indices de construction ( $I_c$ ), qui évoluent à la baisse dans le temps, sont en contradiction avec les modes constructifs favorables au confort thermique d'été (inertie thermique élevée) : l'antagonisme entre ces 2 préoccupations majeures de la RE2020 constitue d'ores et déjà un défi supplémentaire pour les concepteurs .



## Accompagner les collectivités dans leurs projets bâtimentaires

### La mission « Conseiller en énergie partagé »



Lucien PASCUAL  
Conseiller énergie, SOLEVAL

Créée en 2007 avec l'appui de l'ADEME, SOLEVAL est une des 40 Agences locales de l'énergie et du climat françaises. Implantée sur le territoire du sud-est toulousain, ses actions rayonnent sur l'ensemble de la Haute-Garonne et s'inscrivent dans des réseaux régionaux et nationaux. Ses missions sont l'accompagnement des entreprises et des collectivités par du conseil, de l'expertise et de l'ingénierie financière sur toutes les thématiques liées à l'énergie et aux énergies renouvelables.

↳ Mutualiser le conseil en énergie au profit des petites communes



Figure 9 – Les CEP en Occitanie

Créé à l'initiative de l'ADEME, le dispositif «Conseiller en énergie partagé (CEP)» est dédié à la mutualisation de la compétence énergie au profit des petites communes ne disposant pas des ressources adéquates. En Occitanie, une trentaine de conseillers énergies sont ainsi déployés auprès des communes adhérentes (fig.9).

↳ Susciter des projets de rénovation

Le CEP contribue à faire porter à la collectivité son patrimoine bâti et son réseau d'éclairage public et à en déterminer la partie la plus énergivore, afin de susciter des projets de rénovations. Le processus se fonde sur un bilan énergétique détaillé de ce patrimoine bâti, à partir duquel sont élaborés un plan d'action et des préconisations hiérarchisées pour les communes qui en formulent la demande

## La mission chaleur renouvelable



Éric MEYNADIER

*Conseiller Chaleur renouvelable, ALEC SOLEVAL*

S'agissant des systèmes de production de chaud et de froid, l'ALEC SOLEVAL intervient en amont des projets pour orienter les choix vers des systèmes de production d'énergies renouvelables (EnR) : bois énergie, géothermie et solaire thermique. Le porteur de projet est ensuite accompagné dans la recherche des aides disponibles (principalement le Fond Chaleur de l'ADEME et les aides spécifiques) et jusqu'à la réception des installations et au contrôle de leur performance.

### ↳ Les types d'EnR subventionnés

SOLEVAL informe les porteurs de projets des possibilités de recourir à la biomasse pour remplacer le fioul ou le gaz et les accompagne dans la compréhension de ce qu'est un réseau de chaleur, tant au niveau technique que du point de vue juridique.

Concernant la géothermie, SOLEVAL appuie sa mise en œuvre pour sa capacité à produire du froid passif, qui contribue de manière importante à la production d'énergie renouvelable non carbonée. Enfin, SOLEVAL conseille le recours à la production de chaleur par panneaux solaires thermiques plans ou souples et par systèmes combinés.

### ↳ Les éléments financés

Si l'intérêt de ces énergies renouvelables réside dans le fait qu'elles sont fortement subventionnées pour les collectivités (jusqu'à 80 % du montant de l'investissement), il convient de préciser qu'elles bénéficient également aux entreprises (jusqu'à 65 % du montant de l'investissement) ainsi qu'aux copropriétés regroupées en associations et aux sociétés de constructions liées au secteur tertiaire ou à l'habitat collectif.

Pour le bois énergie, les financements portent sur la chaudière elle-même et ses équipements, ainsi que la partie stockage de combustible et le réseau de chaleur. Les mêmes règles s'appliquent pour la géothermie, pour laquelle il convient cependant de rester vigilant au niveau de la mise en œuvre technique afin d'en baisser le coût d'installation et d'accroître sa compétitivité. Enfin, le même type d'exigences s'applique à la production solaire thermique, laquelle devra par ailleurs être précisément dimensionnée au regard du besoin régulier journalier de production.



## Deux exemples d'architecture bioclimatique en Occitanie

### Chaudronnerie et paille : un couple idéal ?



Leslie GONÇALVES

Architecte, co-fondatrice du Groupe Seuil architecture

Le groupe Seuil Architecture, très engagé dans la mise en œuvre de bâtiments adaptés au défi climatique, cherche à construire de manière bioclimatique, biosourcée et en pratiquant le réemploi. L'usine de chaudronnerie AEREM, à Pujaudran (Gers) est à cet égard un bâtiment à énergie positive et dont les murs sont réalisés en caissons remplis de paille.

#### ↳ Un bâtiment industriel à énergie positive

Ce projet a été réalisé en ateliers participatifs dans le cadre d'une assistance à maîtrise d'usage, en cohérence avec les besoins des usagers. Avec 1000 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques et 24 forages géothermiques, ce projet disposait d'un budget de cinq millions d'euros.



Figure 10 – L'usine AEREM, bâtiment à énergie positive en bois & paille



Figure 11 – Mise en œuvre des bottes de paille

#### ↳ La paille, une technologie d'actualité

Les murs ont nécessité la mise en œuvre de 4000 bottes de paille réalisées à 30 km de l'usine, dans le respect des Règles professionnelles Pro-paille, qui impose également la vérification du taux d'humidité. Dans cette usine aux fortes exigences acoustiques, la paille remplit avec une grande efficacité le rôle d'isolant phonique.

## Bâtiment passif : l'exemple d'une école élémentaire



Laurence RYCKWAERT  
Architecte, co-fondatrice du cabinet RCA

Les projets suivis par le Cabinet RCA portent notamment sur la conception de bâtiments passifs en structure bois, mettant en œuvre des matériaux bas carbone et/ou biosourcés. Le projet de l'école élémentaire de Saint-Antonin-Noble-Val (Tarn-et-Garonne) s'inscrit dans cette recherche d'un impact carbone aussi réduit que possible et d'un confort thermique optimal, en hiver mais surtout en été.

### ↳ Le confort d'été comme priorité

À la demande du maître d'ouvrage, c'est la problématique du confort d'été qui a présidé à la conception de ce bâtiment passif. Ainsi, les murs de refend sont en béton de terre sur structure en bois. D'autres matériaux biosourcés ont été mis en œuvre : coton recyclé, ouate de cellulose, fibre de bois.



Figure 11 – Une école passive



Figure 12 – Équipements d'origine française ou européenne

### ↳ Des équipements français ou européens

Outre les matériaux, les équipements choisis participent au confort d'été : VMC double flux, panneaux photovoltaïques, menuiseries en bois à triple vitrage, autant que possible de provenances françaises ou européennes.

## Table ronde et questions de la salle

### De Cyrille CHARBONNEAU, avocat à Paris

Comment appréhende-t-on les appels d'offres et les suivis de chantier en l'absence de normes ou de règles de l'art établies pour certains des matériaux et procédés évoqués ?

Comment s'organise les couvertures assurantielles de ce type de projets, tant au niveau du maître d'ouvrage qu'à celui des entreprises intervenantes ?

Enfin, dispose-t-on de retours d'expérience concernant la vie pathologique et la sinistralité de ces bâtiments ?

### Laurence RYCKWAERT

Nos projets respectant tous les Règles de l'art, ils ont été assurés en dommage-ouvrage classique. Par ailleurs, après huit ans le plus ancien bâtiment construit ne connaît aucune sinistralité.

### Leslie GONÇALVES

Le projet décrit ci-dessus, comme tous nos projets alternatifs et notamment ceux mettant en œuvre la paille, s'inscrit dans une nouvelle façon de penser, mais demeure conforme et encadré, notamment par les Règles professionnelles. Par ailleurs, assureur, bureau de contrôle et usagers nous ont accompagnés durant la totalité du projet. En réalité, ces projets alternatifs nous permettent de trouver dès aujourd'hui des solutions aux problématiques qui apparaissent, tels que l'augmentation du coût des matériaux, le recyclage, le réemploi, les pénuries. Les blocages restent cependant nombreux, notamment au niveau des banques qui cherchent toujours à construire mal, vite et bon marché.



**Arthur CHEVIGNARD**

*Architecte, co-fondateur du cabinet RCA*

Mettre en œuvre des solutions innovantes ne dispense pas de répondre aux exigences normatives. À cet égard, plus que les produits et matériaux mis en œuvre, c'est l'assemblage de solutions techniques déjà éprouvées qui assure la performance thermique et réduit l'impact environnemental de ces bâtiments.

### Jean-Pascal AGARD

Le cas de l'école élémentaire de Saint-Antonin-Noble-Val révèle, à travers la problématique des normes de calcul pour le dimensionnement du chauffage, l'inadaptation de l'arsenal normatif au niveau de performance des bâtiments recherché. La loi relative à la Maîtrise d'ouvrage publique (loi MOP) reste d'ailleurs dans une logique de construction dont le point final est la réception, plus que dans la logique de performance énergétique qui devient une exigence. À cet égard les concepteurs qui s'engagent dans une garantie de résultat énergétique prennent en effet des risques.

**Laurence RYCKWAERT**

En l'occurrence, outre la question des normes de calcul, il s'est avéré que les VMC, qui participaient au chauffage de l'école, étaient coupées lorsque le bâtiment était vide, ce qui entraînait une baisse sensible des températures qui mettaient un certain temps à remonter une fois que le bâtiment était réoccupé. À cet égard le rôle et l'implication de l'architecte et du maître d'ouvrage sont essentiels dans la conception et le suivi de ce type de projets, qui restent expérimentaux.

**De Quitterie MARQUEZ, architecte des bâtiments de France**

Quel est le coût de construction approximatif de ce type de bâtiment? Par ailleurs combien d'entreprises sont-elles habilitées à mettre en œuvre ces techniques?

**Laurence RYCKWAERT**

En habitat collectif, pour une construction de 2012 en matériaux biosourcés, le coût au mètre carré atteignait 1500 € HT. Pour un projet livré en 2020, ce coût était de 1950 € HT. En ce qui concerne l'école de Saint-Antonin-Noble-Val, il était de 2200 € HT.

**Leslie GONÇALVES**

Concernant l'usine AEREM, le coût était de 1400 € hors subventions, notamment grâce à un important travail d'«écolonomies» s'inscrivant dans une démarche participative, et grâce à la forte implication du maître d'ouvrage. S'il s'avère aujourd'hui plus compliqué de développer des projets aussi vertueux, certaines entreprises proposent cependant des matériaux biosourcés au même prix – voire moins cher – que leur équivalent classique. Par ailleurs les entreprises intervenantes disposent souvent des ressources et des compétences nécessaires à leur mise en œuvre.

**Arthur CHEVIGNARD**

Si l'on examine la question des coûts de manière globale, on constate que le coût d'investissement reste secondaire. Il reste délicat de trouver des entreprises à la fois compétentes et pas chères, mais la présence et l'implication de l'architecte sur le chantier participe à leur montée en compétence.

**Jean-Pascal AGARD**

Des techniques efficaces et fonctionnelles telles que le solaire thermique sont malheureusement tombées en désuétude, et de ce fait les entreprises qualifiées RGE ont perdu cette qualification. La RE 2020 devrait les relancer.

**De François-Xavier DESERT, architecte expert à POITIERS (Vienne)**

La saisonnalité de la production de bottes de paille entraîne-t-elle des difficultés d'approvisionnement?

**Leslie GONÇALVES**

Cela passe soit par une convention avec un agriculteur, soit par une commande faite par la Région. La véritable difficulté est, pour l'agriculteur, de disposer de débouchés suffisants pour qu'il investisse dans la production de paille.

## Partenariat :

### SAUGNAC

En France, 10 millions d'ouvrages sont menacés de fissuration en raison du changement climatique. SAUGNAC fournit une gamme complète d'instruments de surveillance des fissures.



Fabriquées en France, les jauges SAUGNAC mesurent tous types de déformations, et sont adaptables à des besoins spécifiques.

Ainsi, la **jauge G1** mesure l'évolution des fissures sur 1 axe, avec lecture directe. La **jauge G6** suit à la fois l'écartement et le cisaillement dans le cas d'un tassement différentiel. Les mouvements de désaffleure, pour leur part, sont suivis par le modèle **G3**. La **jauge 3Dim**, conçus pour les déplacements sur trois axes, affiche les résultats dans un repère orthonormé.

SAUGNAC propose également des solutions capables de suivre la **rétractation** ou la **dilatation**, l'**inclinaison** ou le **basculement**, la **flexion** ou l'**écartement**. Une application smartphone et PC permet d'assurer l'enregistrement et le suivi des mesures, et d'exporter ou partager les données enregistrées.



# Les matériaux naturels, entre tradition et modernité

## Le béton de chanvre, un matériau ultramoderne ?

↳ Performance et simplicité



**Gilles ESCADEILLAS**

*Professeur des Universités — Université Toulouse III — Paul Sabatier — Laboratoire de matériaux et de durabilité des constructions (LMDC)*

Le béton de chanvre répond aux problématiques d'émissions de GES et d'accès aux ressources renouvelables du fait de sa composition mettant en œuvre des sous-produits agricoles tels que le chanvre, qui se cultive aisément et sans intrants, et produit une paille à la structure alvéolaire simple d'utilisation. **Le béton de chanvre offre en outre des avantages importants, tels qu'une bonne isolation thermique, une forte perméabilité à la vapeur d'eau, et constitue un bon piège à CO<sub>2</sub>, sans présenter d'impact sanitaire négatifs.** Si ses propriétés mécaniques restent relativement faibles, ses qualités thermiques contribuent clairement au confort et à la santé, ce que confirment les relevés effectués par le Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement (CEREMA) sur des constructions réalisées.

↳ Une formulation validée et expertisée



**Pierre NICOT**

*Responsable de la division Transfert de technologies au laboratoire LMDC*

Après la formulation et la conservation du béton de chanvre dans des conditions particulières, le laboratoire réalise des essais mécaniques et de conductibilité thermique. Les valeurs mécaniques à atteindre dépendent des applications (toiture, sol, murs ou enduits), et les essais de compression permettent de déterminer le module.

Lors d'une expertise sur une paroi en béton de chanvre recouverte d'un badigeon, fissurée en écailles de tortue (fig. 13), les prélèvements réalisés à sec ont montré des teneurs importantes en eau y compris en profondeur. Les essais « à la goutte » suivis d'une analyse infrarouge ont permis de déterminer que, suite à l'accélération des cadences lors de la phase de construction, l'application d'un latex imperméabilisant avait été effectuée alors que le séchage n'était pas complet. Ces méthodes d'analyses peuvent également être mises en œuvre pour le pisé, la terre crue ou encore le béton de bois.



Figure 13 – Fissuration sur paroi en béton de chanvre

↳ Questions de la salle

**De Martial LE BOUËDEC, architecte expert à Quimper (Finistère)**

Outre les essais de compression évoqués, des tests de cisaillement et de traction sont-ils pratiqués ?

**Pierre NICOT**

Des essais de cisaillements se pratiquent en effet, notamment sur du béton de bois. En revanche les tests de traction s'avèrent plus compliqués à réaliser.

**Gilles ESCADEILLAS**

On peut effectuer des tests de traction indirecte par flexion à trois ou quatre points, dans un contexte de reproduction du comportement du matériau tel qu'il peut être mis en œuvre dans l'ouvrage.

**De Huguette VERNAY, architecte experte à Grenoble (Isère)**

Le béton de chanvre peut-il être utilisé en zone de neige jusqu'en pied de façade sans risque de capillarité ?

**Gilles ESCADEILLAS**

Comme pour tous les matériaux biosourcés, il est préférable de les isoler du sol pour éviter les remontées d'humidité, et de les protéger par une avancée de toit. Par ailleurs, le béton de chanvre est le matériau végétal qui résiste le mieux aux proliférations de champignons. Enfin, la principale difficulté liée à l'emploi du béton de chanvre reste sa faible disponibilité, mais d'autres sous-produits agricoles tels que la paille peuvent être employés.

**De Jean ZACHAREWICZ, architecte expert à Béziers (Hérault)**

Jusqu'à quelle hauteur peut-on mettre en œuvre le béton de chanvre ?

**Gilles ESCADEILLAS**

Cela dépend de l'épaisseur et du support sur lequel il est projeté, mais on ne constate aucun tassement jusqu'à trois mètres. D'autre part il est essentiel de ne pas l'étanchéifier pour conserver ses propriétés perspirantes.



↳ Le chanvre sur les chantiers



**Sylvain BURG**

*Entreprise SARL BURG*

L'entreprise BURG, spécialisée en maçonnerie et petit terrassement, s'est lancée dans des chantiers chaux-chanvre et pierre naturelle. À la suite des premières interventions, différentes méthodologies de chantier ont été mises en place pour tenir compte des particularités du matériau chanvre : assèchement de l'air, chauffage, mécanisation de la projection de l'enduit chanvre (fig. 14).

L'entreprise a ainsi pu intervenir sur un chantier de rénovation en centre-ville historique de Cahors, avec projection d'enduit isolant chaux chanvre sur un immeuble R+4. Elle est également intervenue sur la réalisation d'une déchetterie pour laquelle 600 m<sup>2</sup> de béton de chanvre ont été projetés sur 30 cm d'épaisseur.

Enfin, l'entreprise BURG a réalisé deux écoles maternelle et primaire en ossature bois avec remplissage en blocs de chanvre préfabriqués en atelier, puis projection de 1800 m<sup>2</sup> d'enduits chaux-chanvre. Grâce à la concertation en amont et pendant les travaux, ce chantier a été mené à bien en six mois, en comptant le terrassement. Par ailleurs **la préfabrication et la spécialisation se sont avérées être des atouts importants pour le succès du chantier.**



Figure 14 – Projection d'un enduit chaux chanvre

## Paille : un autre regard sur l'isolation



**Léa BOLZE**

*Architecte HMONP, Besson & Bolze*

↳ L'implication du maître d'ouvrage, un atout décisif

L'agence Besson & Bolze, qui centre sa démarche autour de l'architecture bioclimatique et notamment la terre-paille en ossature bois — pour laquelle elle a suivi une formation terre-paille pratique et théorique —, s'est vu confier la conception d'une extension d'école maternelle en ossature bois et remplissage en bottes de paille. Si la paille n'a pas été perçue d'emblée par la maîtrise d'ouvrage en tant que matériau de construction, ses importantes qualités thermiques et l'implication de la maîtrise d'œuvre dans la gestion des circulations d'air ont fini par convaincre.





Figure 15 — Mise en œuvre de la paille

↳ La formation, un passage obligé

La formation Pro-Paille a en outre apporté les éléments techniques indispensables pour la mise en œuvre des bottes de paille et les diverses finitions applicables y compris conventionnelles (enduits extérieur et intérieur, doublage en plaque de plâtre, bardage...). Il importe par ailleurs que les architectes et les entreprises intervenantes expérimentent la mise en œuvre du matériau paille pour en comprendre les aspects physiques et techniques, notamment au niveau des points singuliers : ouvertures, angles, coupures de capillarité (fig.15)...

↳ Retour d'expérience

Parmi les points à retenir de ce chantier figure notamment la création d'ouvrants de ventilation à manœuvrer quotidiennement pour maintenir une température acceptable en situation de canicule, la création d'allèges suffisantes au niveau de la jonction sol-murs afin de garantir la rupture de capillarité, l'anticipation des besoins

en isolant complémentaire ou encore **la préfabrication des parois bois-paille en atelier pour éviter les difficultés de montage sur le chantier et le stockage dans des conditions aléatoires** d'un matériau éminemment sensible à l'humidité.

#### Alexandra ACED

Dans ce projet l'équipe pédagogique s'est impliquée dans une démarche participative qui s'est poursuivie en dépit des changements de personnes.

#### Léa BOLZE

De fait, cette implication joue un rôle important dans la compréhension, dès la conception, de l'usage projeté du bâtiment.

↳ Questions de la salle

#### De Jean-Christophe CHARAVEL, architecte expert à Saint Jean d'Aulps (Haute-Savoie)

La paille peut-elle être mise en œuvre en toiture ? Quelles peuvent être les pathologies liées à la construction en paille ?

#### Léa BOLZE

La paille en toiture est tout à fait possible avec des caissons dédiés. Pour des questions de coûts ce projet s'est tourné vers des isolants plus classiques : panneau sandwich et deux couches croisées de laine de bois. En ce qui concerne les pathologies potentielles, on relève principalement les risques liés à l'humidité. Dans ce projet les eaux de pluie sont évacuées à l'extérieur de la façade.

#### De Éric TAVEAU, architecte à Toulouse (Haute-Garonne)

Compte tenu de l'irrégularité du support paille, comment sont appliqués les enduits ?

**Léa BOLZE**

Lorsque la botte de paille est mise en place en continu, l'application de l'enduit, en épaisseurs de trois à cinq centimètres après aplanissement des plus grosses irrégularités et en accordant un temps de séchage suffisant, ne pose pas de difficulté.

**De François-Xavier DÉSSERT, architecte expert à Poitiers (Vienne)**

Ne serait-il pas plus simple de poser un « NERGALTO® »<sup>3</sup> ?

**Léa BOLZE**

Une trame galvanisée (Armanet®) ligaturée à l'ossature principale a été mise en œuvre dans le corps d'enduit, ainsi que des mouchoirs de renfort aux angles des baies et aux autres points singuliers.

**De X (*participant non identifié*)**

Comment a été traitée la liaison entre l'enduit et le linteau ?

**Léa BOLZE**

Un simple panneau en bois a été posé à titre d'interface, avec l'assentiment de l'ensemble des intervenants du chantier, et avec différentes options de protection : pose en saillie de la planche de rive, épaisseur plus importante au niveau des gouttières. Le bâtiment ne présente pas d'avant-toits.

**De Jean-Charles LOPEZ de MUNAIN, architecte expert à Gradignan (Gironde)**

Comment est traitée l'étanchéité entre le béton, le bois et la paille en pied de charpente ?

**Léa BOLZE**

S'agissant d'une ossature bois de conception classique, une lisse basse avec coupure de capillarité est disposée entre le soubassement maçonné et l'ossature bois. La botte de paille, posée par-dessus cette lisse, n'est donc pas en contact avec la maçonnerie. Sous la lisse basse, un larmier s'interpose entre l'enduit et ce soubassement.

---

<sup>3</sup> NERGALTO® est un lattis métallique commercialisé par la société Métal Déployé® et utilisé comme support d'enduit pour l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) <https://www.shop-metaldeploye.com/lattis-nergalto-nerlat-c102x3019100>

## La filière bois est-elle mature ?



Serge LE NEVÉ

Adjoint à la Direction du Pôle Institut bois et construction, Institut technologique Forêt cellulose bois-construction ameublement (FCBA)

### ↳ La construction bois face aux enjeux économiques et environnementaux

Si la RE 2020 affecte positivement la filière bois, cette dernière doit, comme toutes les filières du bâtiment, réaliser un important travail d'optimisation environnementale des solutions qu'elle propose : mettre en œuvre le réemploi du bois issu de la démolition dans le cadre de la Responsabilité élargie des producteurs (REP) Bâtiment, favoriser les conceptions vertueuses (à l'exemple de la poutre en « I » qui autorise des parois isolées épaisses mais frugales en matière) pour éviter les tensions sur la ressource forestière, valoriser les essences secondaires telles que le frêne ou le cèdre, développer l'usage des feuillus en construction et des essences adaptées au changement climatique, optimiser la dépense énergétique, notamment pour le séchage ou les conditions de température pour le collage, par exemple.

### ↳ Le bâtiment multiétage

Depuis 50 ans, la filière bois s'est structurée autour de la construction en ossature bois de dimensions modestes (R+2 en général) et des techniques de charpenterie modernisées pour atteindre de grandes portées (stades, gymnases). Pour autant, la filière était quasiment absente du secteur du bâtiment multiétages. Cela nécessite, depuis quelques années, d'importants investissements s'inscrivant dans la durée, notamment dans les domaines de la sécurité incendie ou de l'acoustique, avec l'objectif de massifier la construction bois multiétage, à travers des techniques telles que le Poteau-Poutre, la Construction ossature bois (COB), le panneau massif lamellé-collé (CLT), etc. Or, **les surcoûts matières et études liés aux spécificités économiques des systèmes constructifs bois générant des parois impliquent la mise en place d'un puissant outil structuré autour de la préfabrication et de l'industrialisation.** Une telle préfabrication à haute valeur ajoutée nécessite à son tour une conception articulée autour de la notion de « macro-lots ossature bois » intégrant d'emblée la structure-enveloppe, le revêtement extérieur et les menuiseries extérieures.

L'autre verrou à lever reste l'adaptation réglementaire — notamment en matière de sécurité incendie des immeubles de 8 à 28 mètres — et l'enrichissement des outils de la filière sur des sujets tels que la diversification de l'offre de revêtements extérieurs prenant en compte les phénomènes de déformations des façades en ossature bois, l'optimisation de solutions acoustiques, la facilitation de l'appropriation des techniques constructives détaillées, et les transferts des savoirs (cf. à ce sujet le site <https://catalogue-bois-construction.fr/>).

### ↳ Les experts FCBA au service des experts architectes

FCBA dispose d'une équipe maîtrisant toutes les parties des ouvrages bois, et travaillant au cœur des savoirs en matière de construction bois, puisqu'ils sont également impliqués dans la définition des DTU et des normes produits, avec comme point fort la neutralité technique. Une centaine d'expertises sont ainsi pratiquées chaque année sur toutes les parties d'ouvrages bois, alimentant une importante base de données de la sinistralité.

FCBA peut ainsi mettre en œuvre ses moyens de démonstrations par le biais des Dires d'experts, des calculs et modélisations divers et des essais physiques en laboratoires : réaction au feu, acoustique, étanchéité, vieillissement, stabilité des revêtements de sol, fatigue d'éléments menuisés, perméabilité vapeur. FCBA intègre également un laboratoire d'essais biologiques (identification des essences, des insectes, analyses ADN, etc.), d'un laboratoire de chimie avec une dimension Qualité de l'air intérieur (QAI), toxicologie et écotoxicologie, et son laboratoire d'essais mécaniques dispose d'un large spectre de machines

et d'équipements d'essais. Enfin l'application smartphone Xylorix Inspector permet à l'expert d'identifier avec un degré de certitude élevé une essence de bois à partir d'un prélèvement.

↳ Questions de la salle

**De X (participant non identifié)**

Quelle est la part de résines et de colles dans le lamellé-collé ou le panneau trois plis, et quelle est la fin de vie d'un pavillon en ossature bois ?

**Serge LE NEVÉ**

Depuis toujours, la part de colles dans le lamellé-collé et les matériaux utilisés en structure est très faible dans la mesure où les colles ayant une fonction structurale ne fonctionnent qu'en joints minces. En ce qui concerne la durée de vie des constructions en matériau bois, on trouve aisément des constructions en panneaux à ossatures bois de plus de 70 ans, toujours en bon état. L'héritage d'un passé plus ancien, tel que les constructions à colombage, témoigne de leur robustesse. Comme tous les systèmes constructifs, une construction bois peut durer longtemps dès lors qu'elle est correctement entretenue. Quant à la fin de vie de ces constructions, on considère que l'ensemble des matériaux intégrés dans les volumes intérieurs sont aisément réemployables. Aujourd'hui la réflexion porte plutôt sur la déconstruction pour faciliter le réemploi et le recyclage.

**De François LONGUÉPÉE, architecte expert à Paris (4<sup>e</sup>) 22, rue du Temple**

Les usagers de bâtiment en bois sont-ils correctement informés de cette nécessité d'assurer un entretien pour retarder le vieillissement et du coût que cela implique ?

**Serge LE NEVÉ**

Il convient d'abord de différencier le vieillissement de l'aspect de celui pouvant entraîner des problèmes de dégradations liés par exemple à des défauts d'étanchéité. Le premier peut être prévenu au niveau architectural. Ainsi des recherches ont été menées sur des lasures anticipant le grisaillement du bois, ce qui évite une période de transition jugée inesthétique, ou pérennisant le système de finition initial. A noter que FCBA a développé un volet « embellissement » dans la certification CTB-A et une évaluation de type « Dossier Technique Finition » mettant en évidence des systèmes de finitions résistants. Il appartient cependant au professionnel d'assurer la transmission de ces informations vers le maître d'ouvrage.

**De X (participant non identifié)**

L'institut FCBA dispose-t-il d'un pôle dédié aux matériaux biosourcés ?

**Serge LE NEVÉ**

L'institut FCBA accompagne les filières biosourcées depuis plus d'une dizaine d'années, en dépit de la faiblesse de leurs moyens financiers.

## Matériaux biosourcés et technique courante



Philippe ESTINGOY

*Directeur général de l'Agence qualité construction (AQC)*

Créée il y a quarante ans, l'AQC a pour objet la prévention des désordres et l'amélioration de la qualité dans la construction. Les dispositifs d'observation qu'elle a mis en place sont destinés à mener des actions de prévention sur les produits et les méthodes de construction au regard des normes et des règlements. Elle a également mis en place des programmes de travaux destinés à susciter des évolutions normatives et la mise à niveau des professionnels dans le cadre des attentes sociétales, notamment en matière d'énergie et d'environnement.

### ↳ Les dispositifs d'observation

Les observations effectuées par le dispositif **SYCODES** forment une base de données constituée sur la base des rapports d'expertises construction diligentées par les assureurs Dommage-ouvrage (DO), bientôt élargie à l'ensemble des rapports des experts construction. Le dispositif **ALERTE**, alimenté en interne et par les rapports d'expertises judiciaires, rassemble les sinistres potentiellement sériels liés à un produit. L'observatoire **REX Bâtiment Performance**, pour sa part, identifie les difficultés rencontrées par les concepteurs dans le cadre d'une anticipation des évolutions réglementaires. Enfin, **VIGIRISQUES** recueille des informations d'alerte générales. Par ailleurs une nouvelle plateforme en ligne permet d'exploiter en détail les données de SYCODES, notamment selon des critères géographiques. (adresse : <https://sycodes.qualiteconstruction.com/sycodes/?view=France>)<sup>4</sup>

### ↳ Usage des matériaux biosourcés

Dans un contexte assurantiel marqué par une recommandation de la Fédération française de l'assurance (FFA) définissant les travaux relevant — ou non — de la technique courante, l'utilisation des matériaux biosourcés se généralise sous l'impulsion de la RE 2020 et des Jeux olympiques de 2024, ces derniers ayant fait le choix d'anticiper l'évolution des pratiques constructives. En tout état de cause l'emploi de ces nouveaux matériaux suppose un étalonnage de leurs performances thermiques et environnementales, mais également mécaniques.

Ainsi, les Règles professionnelles relatives à la paille, publiées en 2012, posent des enjeux de techniques constructives, notamment concernant l'origine du matériau. Le chanvre nécessite également la mise en place d'une démarche scientifique pour sécuriser ses usages. La terre crue, pour sa part, fait actuellement l'objet d'études importantes, notamment au niveau universitaire. La ouate de cellulose, qui a iuscité d'âpres débats autour de la sécurité incendie, illustre la difficulté de faire primer les enjeux techniques par rapport aux choix politiques. Enfin, la filière bois avance de manière remarquable sans masquer les problèmes potentiels, et a mis en place des outils efficaces, même si ces derniers n'effacent pas la problématique incendie.

---

<sup>4</sup> Il est par ailleurs fortement recommandé de suivre régulièrement les publications de l'AQC, notamment celles de la C2P listant les familles de produits mis en observation.

↳ Les risques et les bonnes pratiques

Les principaux sujets de désordres liés aux matériaux biosourcés, à leur conception, leur mise en œuvre et leur entretien concernent l'humidité et l'incendie, auxquels il convient d'ajouter les questions d'inertie thermique et d'inconfort acoustique dans la construction bois. Les désordres liés à l'humidité résultent souvent d'un mauvais stockage ou d'une mise en œuvre non protégée en phase chantier, de remontées capillaires dans les enduits sur isolation en paille, du contact avec le sol pour les matériaux bois. Plus spécifiquement est apparu le phénomène d'absorption de l'eau du béton de chanvre par le bois en contact.

En ce qui concerne le risque incendie, les désordres rencontrés procèdent des interactions entre les différents corps au niveau des lots isolation, doublage, étanchéité, ainsi que de la propreté des chantiers.

**Il reste cependant assez simple de se protéger de tels risques par la formation et par la promotion des bonnes pratiques : respect des Règles de l'art, préparation des chantiers et des interactions entre corps d'état, maintenance et entretien pendant la vie du bâtiment.** Il convient ainsi, par exemple, de prévoir un humidimètre pour surveiller les migrations de vapeur d'eau, notamment dans le cas de la préfabrication des panneaux, une protection des isolants en comble par film antipoussière. Il est également essentiel de protéger des intempéries les isolants mis en œuvre en extérieur et de régler correctement les machines à insuffler. En outre, la ouate de cellulose doit faire l'objet de précautions particulières : écart au feu, isolement vis-à-vis des équipements électriques, information sur la présence de ce matériau par étiquetage au niveau du tableau électrique et dans les combles.



## Partenariats :

### Le Laboratoire d'études et de recherches sur les matériaux (LERM)

Le LERM, qui dépend du groupe SETEC, est présent sur le territoire national à travers cinq agences. Il s'organise autour de trois pôles : Contrôle des matériaux, Ingénierie de l'existant et Matériaux durables.



Le laboratoire dispose de plusieurs techniques d'investigation. Il peut ainsi procéder **sur site** à des contrôles non destructifs par réflectométrie radar, par mesure du potentiel et de la vitesse de corrosion, par capacimétrie, essais sur ouvrages d'art, etc.

En **laboratoire**, il met en œuvre, entre autres, les techniques de capacimétrie, ou encore le procédé CoRad alliant mesures radar et corrosimétrie, ainsi que le procédé PIVER qui permet de détecter les décollements du carrelage.

Le LERM dispose également de laboratoires physiques, chimiques et minéralogiques aptes à l'étude de toutes les microstructures des matériaux de construction.

### Mur-Tronic

Mur-Tronic développe une compétence particulière sur la prévention des pathologies du bâti ancien, liées au cloquage des enduits, peintures, traces blanches et problématiques d'humidité.



Mur-Tronic intervient en amont des travaux de réfection du bâti ancien en mettant en œuvre des techniques de **blocage des remontées capillaires**. Ces remontées capillaires, qui proviennent de la nappe souterraine, sont chargées en nitrates et en sulfates qui cristallisent en provoquant des pathologies.

Le principe est fondé sur des **éléments électroniques**, et leur mise en œuvre implique des mesures à la bombe à carbure en amont et en aval du traitement, ce qui permet de garantir un résultat pour une durée de 30 ans. Ce procédé, qui ne nécessite pas de travaux, est validé par rapport à l'ensemble des normes de compatibilité électromagnétique.

# La terre dans tous ses états

## Le bâti en pisé : patrimoine et pathologies



Pascal SCARATO

*Architecte expert près la cour d'appel de Lyon*

Le pisé, qui constitue une petite niche méconnue de la terre crue, existe dans le patrimoine depuis très longtemps, mais il est également présent dans la construction neuve. Si, de fait, il possède de nombreuses qualités, il présente également certains défauts, généralement plutôt consécutifs à une approche erronée qu'à des désordres liés au matériau lui-même, qui se compose de terre non organique située sous la couche de terre arable et comportant de l'argile, du sable, des graviers. Le fait de la prélever sur place constitue un bénéfice écologique.

### ↳ Le pisé dans le patrimoine bâti

De nombreux bâtiments, y compris historiques, ont été bâtis avec ce matériau. Pour autant, la disparition des savoir-faire et des connaissances ainsi que l'absence de règles de l'art introduisent un biais d'analyse générateur de controverses médiatiques qui résultent de l'application, sur un patrimoine ancien, de méthodes constructives modernes.

On retrouve ainsi des bâtiments en pisé sur au moins 1500 communes — y compris en patrimoine urbain — donc certains, classés au titre des Monuments historiques, ont fait l'objet d'une réelle conception architecturale, tel que le château (15<sup>e</sup> s.) de la Bastie d'Urfé (*fig. 16*). À Lyon, on trouve de nombreux immeubles construits en pisé, dont l'un atteint 26 mètres de hauteur.



Figure 16 — Château de la Bastie d'Urfé

### ↳ Qualités et défauts du pisé

En dépit de quelques idées reçues, le pisé offre d'excellentes qualités. Ainsi, outre sa résistance à la compression attestée par l'existence d'immeubles à plusieurs niveaux, son excellente résistance à l'eau permet de se passer d'enduit. Il offre par ailleurs un très bon confort thermique et hygrothermique, un bon confort d'été et ne présente aucun problème sanitaire. Le pisé présente également une grande stabilité grâce au fruit donné aux murs et à son homogénéité, même si sa mise en œuvre par banchées implique certaines fragilités sans conséquences dommageables, notamment au niveau des angles. Par ailleurs ce matériau offre de nombreuses facilités d'aménagement — notamment au niveau des ouvertures —, ce qui autorise de nombreuses réhabilitations simples à mettre en œuvre.

Pour autant on déplore **une sinistralité importante, avant tout liée à des défauts d'analyse et de solutions en réhabilitation**. Certains effondrements soudains résultent ainsi de travaux exécutés sans connaissances suffisantes du comportement du pisé. Les principaux désordres proviennent des remontées capillaires, dont on se protégeait autrefois en réalisant un soubassement d'une cinquantaine de centimètres de hauteur. Les travaux proches (y compris ceux de la voirie) doivent prendre en compte cette règle majeure. Le pisé reste également très sensible à la désagrégation issue de la présence de salpêtre. En ce qui concerne les enduits, si l'enduit à la chaux est préférable, on considère qu'un enduit-ciment ne pose de problèmes qu'en partie basse. En tout état de cause, le soubassement constitue un élément déterminant de la longévité d'une construction en pisé.



## Construction expérimentale d'une habitation en béton de terre stabilisée pisé



Caroline de PÉRIGNON  
Architecte HMONP

Le pisé de terre stabilisée (ou béton de terre) a été mis en œuvre dans un projet d'habitat mettant l'accent sur le réemploi des terres du site, l'inertie thermique et l'optimisation bioclimatique. Le projet s'est appuyé sur des techniques développées depuis de nombreuses années en Australie et Nouvelle-Zélande<sup>5</sup>, où les conditions climatiques sont fortement contrastées. Il s'est également fondé sur un système d'autocontrôle par expérimentations et essais, notamment pour s'assurer des qualités de la terre utilisée.

### ↳ Un chantier test



Figure 17 — Tests de résistance

La technique du béton de terre stabilisé exige une main-d'œuvre importante, ce qui implique un surcoût non négligeable, même s'il est justifié. Sa mise en œuvre est passée par la sélection des terres sur site puis leur dosage afin d'obtenir la granulométrie optimale, ce qui a entraîné une évolution de la formulation du béton au cours du chantier. Par ailleurs, cette expérimentation se fondant sur des techniques mises en œuvre en zone sismique, des aciers ont été intégrés dans la construction. Pour s'assurer en outre de la résistance du matériau, des tests de compression ont été effectués (*fig. 17*). Le mélange réalisé est ensuite déversé dans des banches et compacté, via la technique du pisé, avec un fouloir pneumatique. Pour des questions de maîtrise des risques dans le cadre d'un projet expérimental, la toiture de ce projet a été conçue en béton classique préfabriqué.

### ↳ Quels enseignements ?

Au chapitre des enseignements de cette première expérience, on peut évoquer l'anticipation nécessaire concernant la pose des réseaux. On insistera également sur la nécessité d'investir dans une quantité suffisante de banches pour éviter les reprises. Dans ce test, ces dernières ont été traitées par couvre-joints pour éviter les désordres. Quelques fissurations minimales sont cependant apparues, mais elles peuvent être évitées par une gestion attentive des détails.

Si un tel chantier présente l'avantage de ne pas dépendre totalement des approvisionnements en matériaux, un certain nombre d'interrogations subsistent, notamment en ce qui concerne la formation, ainsi que le cadre réglementaire et assurantiel.

Enfin, il est intéressant de rappeler que Le Corbusier avait lui-même envisagé, à l'issue de la Seconde Guerre mondiale, un projet d'habitation construite en « béton pauvre » partiellement composé de terre.

---

<sup>5</sup> Ces techniques sont présentées dans un guide (en anglais) : *Essential Rammed Earth Construction*, Tim J. Krahn, New Society Publishers, 2019, 160 pages.

## Projet public en béton de terre : un restaurant scolaire

↳ Un projet technique développé dans la concertation



**Jérémie RINALDI**

*Architecte HMONP, Rinaldi & Levade*

Ce projet de construction d'une cuisine et d'un restaurant scolaire est mis en place dans le cadre d'une concertation poussée entre tous les intervenants (bureau d'étude, industriel du béton, contrôleur technique), autour d'une maîtrise d'ouvrage volontaire et ouverte. Il prévoit l'édification d'une enceinte en béton de terre, ce qui suppose des conditions assurantielles plus strictes qu'en construction privée. En l'occurrence, la mise en œuvre de ce béton de terre se rapproche des techniques courantes, mais elle reste innovante dans la mesure où il s'agit de recourir à des savoir-faire quasiment disparus qu'il convient de recréer en prenant en compte la légitime prudence d'un acteur public.

L'objectif du béton de terre est de remplacer une part du sable et des granulats classiques par de la terre en conservant le liant et les adjuvants à base de ciment en fonction des contraintes rencontrées. Dans ce projet, le béton de terre est donc mis en œuvre sur les murs d'enceinte et sur un mur de refend, avec l'intention de s'inscrire dans l'EUROCODE 2 avec un objectif de portance de 12 MPa et dans le référentiel standard du béton afin d'éviter d'avoir à recourir aux ATEX. Le soubassement est réalisé en béton classique. Les voiles porteurs ont une épaisseur de 25 cm afin d'assurer une bonne qualité de parements. Pour éviter d'éventuelles difficultés liées à la perméabilité de la paroi un treillis soudé galvanisé est mis en œuvre.

↳ Le béton de terre, un produit industrialisable ?



**Frédéric JOUBERT**

*Responsable promotion prescription, CEMEX*

Groupe à dimension mondiale, CEMEX fournit ciments, bétons et granulats, pour lesquels l'entreprise s'engage à répondre aux enjeux climatiques et à apporter à la filière de nouvelles solutions réduisant les émissions de CO<sub>2</sub>. Ainsi, CEMEX adopte une démarche d'économie circulaire et de ressources dans laquelle s'inscrit le développement de béton bas carbone, mais également le traitement des terres de chantier, le recyclage et le réemploi des matières dans le béton recyclé. Cela passe notamment par une démarche d'accompagnement des projets porteurs de solutions innovantes et durables.

À cet égard la terre représente un vaste champ d'études dès l'amont des projets, y compris en mixité avec d'autres matériaux tels que le bois, comme c'est notamment le cas dans un projet en cours dans le Rhône, qui met en œuvre de la terre de pisé extraite d'une carrière située à proximité, avec du béton bas carbone et du béton architectonique. En ce qui concerne le projet, présenté ci-dessus, de cuisine et de restaurant scolaire, le béton de terre est intégré à un process industriel maîtrisé, formulé sur mesure en fonction des granulats et terres disponibles et des attentes du projet et de ses partenaires.

Dans le cadre de l'industrialisation du process sur ce chantier, CEMEX procède à la sélection de la terre et à son dosage, ainsi qu'au choix des liants bas carbone. Ce sont ensuite le stockage et la préparation de la terre qui sont définis, puis son introduction dans le prémix. La suite du process reste identique à celle du béton habituel. Au préalable, et en coordination avec le bureau de contrôle, des essais en laboratoire sont effectués pour déterminer les performances et les caractéristiques du produit.

## Les matériaux biosourcés : quels points de vigilance ?



Jean-Louis d'ESPARBES

Architecte expert à Toulouse (Haute-Garonne), membre du CNEAF

Les points de vigilance portant sur les matériaux biosourcés sont rappelés par l'AQC, et portent essentiellement sur leur hydrophilie : infiltrations, condensation, migration de la vapeur d'eau. Pour autant, ces risques constituent depuis longtemps l'essentiel des désordres de construction. Dès lors, peut-on considérer qu'il existe de nouveaux risques relevant de l'emploi de ces nouveaux matériaux ?

↳ Retour vers le bon sens

Si les mêmes lois physiques s'appliquent à tous les matériaux, la sensibilité plus grande des écomatériaux aux phénomènes amenant des désordres incite à une plus grande vigilance dans leur conception et leur mise en œuvre.

Leur emploi constitue cependant un réel retour aux sources, dans la mesure où nos ancêtres savaient les mettre en œuvre, ainsi qu'un retour au bon sens : protection en tête, coupures de capillarité...

Il s'agit également, pour l'architecte, d'un retour aux exigences du métier. Avec l'essor de ces matériaux naturels, il ne peut plus, en effet, se contenter d'opérer une conception générale en déléguant la mise en œuvre aux entreprises. On attend désormais de lui qu'il participe concrètement à l'exécution à leur côté, en s'appuyant sur les guides de bonnes pratiques, en coordination avec les corps d'état dans un processus de réalisation collégial, et en se rendant à nouveau sur le terrain afin de maîtriser lui-même ces nouvelles techniques constructives. Le plus frappant reste que **cette évolution remplace le travail d'équipe au cœur du processus de conception.**

↳ Échanges avec la salle

**De Huguette VERNAY, architecte experte à Herbeys (Isère)**

Il convient de rappeler que le [département CRAterre de l'Université de Grenoble](#) a, depuis 40 ans, publié de nombreux documents sur le matériau terre.

**De Jean-Pierre PISSARRA, architecte expert à Osny (Val-d'Oise)**

Si les matériaux écologiques présentent certaines incertitudes ou inconvénients par rapport aux matériaux classiques, ils offrent cependant quelques avantages, tels qu'une plus grande réparabilité, ou encore une meilleure tenue dans le temps.

**De Philippe RIVOIRARD, architecte expert à Paris (11<sup>e</sup> arrondissement)**

La question reste cependant posée de ce que l'on trouve derrière des appellations nouvelles en construction telle que « terre », « pisé », « paille » : ces matériaux sont-ils identiques partout ? Qu'est-ce qui les constitue précisément ?

**De Pascal SCARATO**

Les guides de bonnes pratiques s'appliquent parfaitement à la construction neuve, mais pas à la réhabilitation. Par ailleurs, la terre est un terme générique, et le pisé est constitué par la terre prélevée sur place, dont la composition est très variable. C'est en réalité sa mise en œuvre, mais surtout l'architecture du bâtiment qui confèrent à ce dernier sa cohésion et sa tenue dans la durée.

# Les points de vue des magistrats, des avocats et des assureurs

## Le juge administratif et l'urgence climatique



Jean-François MOUTTE

*Président de la Cour administrative d'appel de Toulouse*

Si le contentieux de l'environnement s'est progressivement adapté aux évolutions sociétales, depuis quelques années se développe un contentieux de l'urgence climatique, à l'image des récentes condamnations de la France pour non-respect des seuils de pollution atmosphérique fixés par les directives européennes. Dans ce cadre, des associations en appellent au juge administratif pour lutter contre l'inaction de l'État en matière climatique. Le droit de l'environnement, sous cet angle, prend une dimension normative et se diffuse dans le droit de l'urbanisme sous le regard du juge administratif.

↳ Le juge est saisi pour forcer à l'action

Deux décisions récentes montrent comment les associations portent des mécanismes procéduraux classiques sur ces nouvelles thématiques. Ainsi, dans l'affaire dite « commune de Grande-Synthe », une commune saisit le Conseil d'État pour obtenir l'annulation de décisions refusant de contraindre l'État à agir pour respecter ses obligations environnementales. D'une part le Conseil d'État a admis l'existence de risques forts pour la commune, et d'autre part il a confirmé, à travers une analyse juridique poussée se référant aux textes et accords internationaux, que **les actes de droit français doivent traduire les normes environnementales internationales dans le droit français.**

Dans la seconde affaire — dite « Affaire du siècle » — les associations ont agi pour condamner l'État à réparer le préjudice écologique. Le tribunal administratif de Paris a reconnu ce préjudice et, constatant que ce dernier prospérait, a prononcé une injonction d'y mettre fin s'appuyant sur des données quantifiées.

↳ Poussé par le juge, l'État agit

Sous cette pression judiciaire, l'État prend de nouvelles mesures pour lutter contre le réchauffement climatique, telles que la loi dite « Climat et résilience » de 2021 ([Loi n° 2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets](#)), mais surtout à travers le droit de l'urbanisme. Ainsi, les versions successives de l'actuel article L101-2 du Code de l'urbanisme révèlent-elles une évolution significative vers une référence expresse au changement climatique, mais surtout aux axes de lutte contre ses effets : réduction des GES, économie des ressources fossiles, maîtrise de l'énergie, productions renouvelables... La réduction de l'artificialisation des sols devient par exemple un enjeu à intégrer dans les Schémas de cohérence territoriale (SCOT).

Par ailleurs, les autorisations de construire ne pourront désormais plus être refusées en raison des matériaux mis en œuvre, dès lors que ces derniers sont renouvelables ou peu émetteurs de GES (article L111-16 du Code de l'urbanisme), nonobstant les autres règles prévues par les PLU, ce qui donne lieu à une jurisprudence abondante qui n'est pas encore validée par le Conseil d'État.

Enfin, l'article L111-18-1 impose l'installation de dispositifs tels que des panneaux photovoltaïques sur les constructions ou extensions commerciales de plus de 1000 m<sup>2</sup>. Le juge administratif, juge naturel de l'environnement, aura à cet égard à connaître d'un contentieux important face aux normes futures.

## Le juge judiciaire et le traitement des litiges environnementaux



Michel DEFIX

*Président de la première chambre de la Cour d'appel de Toulouse*

En matière judiciaire également la question environnementale génère un contentieux promis à un important développement. Elle entraîne également des conséquences sur l'expertise de construction. Et comme en matière de droit administratif, l'analyse passe d'abord par une appréhension générale du droit de l'environnement dans le contentieux judiciaire, puis par son illustration dans le droit de la construction.

### ↳ Les défis du juge judiciaire en matière de justice environnementale

Un rapport rendu en octobre 2019 par le Conseil général de l'environnement et du développement durable et l'Inspection générale de la justice dresse le constat d'un contentieux environnemental faiblement judiciaire. De fait, les condamnations pénales liées aux dommages causés par une nuisance de l'environnement ou au préjudice écologique représentent une très faible part du contentieux judiciaire. L'amélioration de cette situation passe en premier lieu par la formation des juges à la « justice environnementale », qu'elle soit civile ou pénale. À la suite de ce rapport, la loi du 24 décembre 2020 relative à la justice environnementale a créé des formations régionales telles que les pôles spécialisés pour les atteintes complexes à l'environnement instaurés dans chaque Cour d'appel.

En second lieu, il s'agit d'intégrer le droit de l'environnement dans le contentieux de droit commun, et notamment au regard des troubles environnementaux du quotidien qui déstabilisent les ouvrages ou les personnes, en tenant compte du fait que les préjudices liés dépassent le simple antagonisme de voisinage en ce qu'ils relèvent d'un paradoxe entre la défense des intérêts privés et l'intérêt général, par exemple dans le cas des parcs éoliens. Enfin, la justice judiciaire dispose d'outils en développement pour le règlement de ces conflits : la conciliation, la médiation, ou encore la convention judiciaire d'intérêt public.

### ↳ Le « verdissement » du droit de la construction ?

Alors que le secteur du bâtiment constitue l'un des enjeux essentiels en matière de transition énergétique, le rôle de l'expert judiciaire est de permettre au juge de se prononcer en toute conscience. Cela implique une distinction claire entre les notions de désordre et de non-conformité contractuelle ou réglementaire, dont les portées juridiques ne sont pas identiques. Ainsi, si une non-conformité ne constitue pas forcément un désordre, en matière contractuelle l'engagement au respect de normes environnementales d'excellence telles que le label HQE génère des conséquences juridiques.

L'expert judiciaire devra donc constater si le bâtiment livré respecte les engagements contractuels pris à cet égard. En matière de réglementation thermique ou phonique, par exemple, il devra identifier les éléments techniques permettant au juge d'apprécier la situation au regard de l'article L123-2 du Code de la construction et de l'habitation, qui dispose qu'une simple non-conformité, si elle peut impliquer une réparation du dommage éventuel sur le fondement de la garantie décennale, ne rend pas automatiquement l'ouvrage impropre à sa destination.

En tout état de cause, il convient de **bien analyser le coût de la remise en état au regard des normes environnementales en vigueur au moment de l'expertise, en y intégrant la réalisation d'éléments non prévus à l'origine s'ils sont indispensables à la suppression du désordre**. La question de savoir quelle partie devra supporter la charge de ce surcoût reste cependant toujours posée.

## Quelles incidences sur la mission de l'architecte au regard des marchés publics et privés ?



Maître Sylvie GENDRE

*Avocate, spécialiste en droit de l'environnement, de l'immobilier, de l'urbanisme, de la construction et des marchés publics, Cabinet ATCM*

**L'urgence climatique et les réglementations telles que la RE 2020 qui en découlent auront des effets sur le bâtiment et sur le droit de la construction, et vont certainement modifier la pratique architecturale dans un contexte de plus en plus normatif avec, à la clef, des interrogations sur la manière d'intégrer ces obligations environnementales dans le projet constructif et sur leurs incidences dans le coût global.**

### ↳ Responsabilité des acteurs : attention au déséquilibre

Si l'Europe a choisi d'accélérer la normalisation pour rattraper son retard en matière de transition environnementale et numérique, on peut s'inquiéter des situations particulières liées à la mise en œuvre des produits écoresponsables : compatibilités, effets indésirables, *timing* de prise en compte dans le projet, surcoûts potentiels. Par ailleurs, qu'en est-il de l'autoconstruction, c'est-à-dire des projets dont l'architecte est quasiment absent ? Le principe de précaution, fondamental en droit de l'environnement, risque alors de s'opposer aux normes de construction.

Bien que la solution réside probablement dans un travail collectif entre l'architecte les bureaux d'études, un deuxième risque de dérive apparaît dans le cadre des contrats de promotion, dans lesquels les architectes n'interviennent pas non plus sur l'ensemble du projet alors que les contraintes techniques et réglementaires se multiplient. Dans ce cas, c'est un risque de déséquilibre entre la responsabilité du promoteur et celle de l'architecte qui surgit. En outre, l'élargissement du champ d'application du permis de construire modificatif interroge quant au sort des données de construction initiales.

Les expertises judiciaires révèlent à cet égard un réel manque de responsabilisation du maître d'ouvrage professionnel, alors que l'architecte ne dispose plus d'un regard continu sur l'opération. Il convient d'instaurer un dialogue entre les promoteurs et les architectes de telle sorte que ce fil continu soit recréé, notamment au regard des objectifs environnementaux.

### ↳ L'indispensable dialogue entre les acteurs

**En dépit de leur caractère ancestral, les matériaux biosourcés relèvent de l'innovation, ce qui complique leur mise en œuvre tant le secteur français du bâtiment reste assujéti aux normes.** Si les ATEX pourraient participer à leur intégration dans la construction, leur complexité les rend difficiles à obtenir pour ces produits innovants. Dès lors, une évolution des mentalités s'impose pour faciliter une rupture technologique et maintenir le dialogue entre les acteurs du marché — maîtres d'ouvrage, architectes, entreprises —, qu'il soit public ou privé.

Cela pose la question de la manière dont les entreprises appliqueront les nouvelles règles environnementales. Ainsi les acteurs publics, précurseurs du développement durable dans la construction, ne disposent pas encore des outils indispensables, notamment ceux permettant le calcul des coûts du cycle de vie.

En tout état de cause, il apparaît que la notion de besoin dans les marchés publics et de programme dans les marchés privés est la grande oubliée de l'évolution réglementaire, notamment vis-à-vis des communes rurales, qui ne s'inscrivent pas dans le même contexte que les grandes métropoles. Le dialogue s'impose alors entre les acteurs, tant il est vrai que l'architecte n'est pas le promoteur, et que le DTU — qui n'est pas encore obligatoire — ne se substitue pas aux Règles de l'art.

## Urgence climatique et évaluation des risques



Maître Cyril CHARBONNEAU

*Avocat en droit de la construction (cabinet AEDES JURIS), enseignant-chercheur à l'Université Paris V*

Devenue un impératif nécessaire, l'urgence climatique, au regard de l'importance des coûts de la sinistralité, requiert une évaluation du risque, de la responsabilité et de la couverture assurantielle, dans un contexte sectoriel de taux de marge très faibles. Alors qu'elle ne s'inscrit pas dans ce cadre, la reconstruction à l'identique de la cathédrale Notre-Dame de Paris fait appel à des techniques anciennes (singulièrement : la mise en œuvre d'une charpente en bois vert) qui n'ont plus cours depuis plus d'un siècle, mais qui ont fait la preuve de leur résistance aux assauts du temps et du feu.

### ↳ Responsabilité ou réparation ?

Si la RE 2020 renforce significativement les réglementations thermiques précédentes, elle s'inscrit dans des questions de non-conformités plutôt que des problématiques de désordres, ces derniers constituant un dommage qui ne relève pas de la responsabilité du constructeur. Dès lors l'expert aura à préciser en quoi ce dommage ne permet pas de parvenir au résultat prévu, dont l'appréciation reste liée au comportement des utilisateurs de l'ouvrage.

L'émergence de la contrainte carbone née de cette réglementation amène à percevoir la construction dans une dimension autre que celle admise à l'instant de la réception faisant naître le délai décennal; désormais l'acte de construire implique l'établissement préalable d'un bilan carbone prenant en compte la vie de l'ouvrage, de sa construction à sa déconstruction.

Dès lors, la jurisprudence applique un contrôle de proportionnalité prenant en compte, dans le Contrat de construction de maison individuelle (CCMI), l'intérêt du créancier et le coût pour le débiteur, mais également celui pour l'environnement introduit par la RE 2020. L'intérêt collectif supplante ici les intérêts particuliers dans la mesure où la bonne exécution d'un contrat de construction repose désormais sur le programme prévu plus que sur les moyens et produits mis en œuvre. Incidemment, la succession des réglementations fera naître une contradiction — dont devront tenir compte les expertises : doit-on démolir, au prix d'une atteinte à l'environnement, pour préserver les enjeux environnementaux ?

Seul l'équilibre entre les parties, les textes et l'intérêt environnemental apportera des réponses de bon sens...

### ↳ Quid du rôle de chaque acteur ?

La question du rôle de chacun de ses acteurs concerne l'ensemble de la chaîne à l'acte de construire, où **l'objet construit détermine le matériau et non l'inverse, et la fonction initiale du bâtiment prime les fiches produits des fabricants**. Par ailleurs ces derniers deviennent, par le biais de leur participation au projet de construction, non plus de simples sous-traitants, mais l'un des maîtres d'œuvre de l'ouvrage. Et ce même ouvrage s'enrichit d'un nouveau rôle qui dépasse celui de protection des occupants voulu par la loi Spinetta, pour assurer une mission de protection de la planète.

Construire bien passe par la définition précise d'un programme de construction prenant en compte les ouvrages existants, pérennes et réutilisables. Cela implique la reprise en main par le maître de l'ouvrage des opérations immobilières qu'il envisage. À cet égard, la RE 2020 constitue bien, par la priorité qu'elle accorde aux enjeux d'ordre public, un rééquilibrage décisif des rôles de chacun.

↳ Et l'assureur, dans tout ça ?

Si, en matière d'assurance construction l'assureur se voit interdire la possibilité d'exiger juridiquement tel ou tel mode constructif, il lui reste cependant possible d'imposer une définition de ce qui relève des techniques courantes ou non. De fait, les assureurs cherchent à connaître à l'avance les coûts qu'ils auront à engager en indemnisation, par la normalisation des procédés constructifs, notamment en matière de mise en œuvre. Cela passe par la méthode observationnelle et le calepinage précis des processus de construction, à l'image de ce qui est mis en œuvre sur le chantier de reconstruction de Notre-Dame de Paris. Dans cette optique, la Direction de l'exécution du contrat de travaux (DET) prend une importance capitale pour éviter les modifications du permis de construire dont les conséquences sur le sort du projet sont imprévisibles.

Par ailleurs, l'assureur conserve, à travers la police d'assurance et l'activité déclarée, la possibilité d'influer sur le projet de construction, dans la mesure où la jurisprudence lui reconnaît le droit d'annuler un contrat en cas de remplacement d'un procédé constructif par un autre, équivalent, mais non prévu dans les clauses contractuelles.

Dès lors, la sélection des entreprises passera par un critère assurantiel garantissant qu'elles seront couvertes pour l'activité qu'elles mettront en œuvre dans le projet. Nonobstant la difficulté d'évaluer les compétences de ces entreprises – y compris dans le cadre d'une normalisation –, il convient de rappeler que certains procédés constructifs remis au goût du jour, tels que le pisé ou le bois, souffrent de la disparition des règles de l'art qui s'y rapportent, même si d'autres se voient réhabilités par la reconstitution de règles de l'art fondée sur la sédimentation des expériences récentes.

Le processus de souscription de l'assurance impose donc la déclaration correcte du risque, donc de l'ouvrage à assurer, ainsi que des mesures d'accompagnement durant toute la phase chantier. S'imposera en outre la déclaration de l'aggravation du risque couvert si elle survient en cours de chantier. Ainsi, la modification ou le remplacement d'un produit, ou encore l'intégration d'éléments non prévus initialement dans la construction constituent une évolution du risque qui doit faire l'objet d'une déclaration auprès de l'assureur en cours de chantier.

---

## Table ronde et questions de la salle

**De Agnès ARNAUD, avocat à Toulouse (Haute-Garonne)**

Qu'en est-il du réemploi des produits de construction du point de vue assurantiel ?

**Cyrille CHARBONNEAU**

Dans le cas de la réutilisation sur le même site de produits conservant leur usage, classiquement il appartiendra au contrôleur technique de valider leur nouvelle destination. Plus complexe, le recyclage de produits prélevés sur un site mais mis en œuvre ailleurs interroge sur les transferts de propriété successifs, le traitement et la mise en œuvre, et donc sur la responsabilité en cas de vice. Pour l'heure, en dépit du fait que les savoirs techniques permettront ce type de réutilisation, les assureurs en sont au stade de l'observation des conséquences juridiques.

**De Jean-Pierre PISSARRA, architecte expert à Osny (Val-d'Oise)**

L'expert pourrait-il limiter les travaux réparatoires pouvant présenter un bilan carbone négatif ?



**Michel DEFIX**

D'une manière générale le juge attend de l'expert le maximum de précisions objectives sur la portée des solutions envisageables, tout en tenant compte des demandes des parties, de la destination des aménagements ou de l'ouvrage et d'autres données subjectives ou économiques. Le fil rouge reste la pertinence des solutions proposées.

**Jean-François MOUTTE**

En tout état de cause il appartient au juge de qualifier juridiquement les réponses apportées par l'expert.

**De Henri BIDOT, architecte expert au CHESNAY (Yvelines)**

Qu'en est-il de l'absence de réponse d'une mairie en matière de permis de construire ?

**Jean-François MOUTTE**

En matière d'urbanisme, il convient de regarder au cas par cas ; la non-réponse constitue généralement un rejet tacite de la demande, mais de nombreuses exceptions sont applicables et constituent des mécanismes d'autorisation tacite.

**De Philippe RIVOIRARD, architecte expert à Paris (11<sup>e</sup> arrondissement)**

En matière de programmes, comment prendre en compte la réglementation alors que les maîtres d'ouvrage anticipent déjà la reconversion des bâtiments qu'ils ont en projet ?

**Cyrille CHARBONNEAU**

C'est la question de la réversibilité. Si ce concept ne pose pas de difficultés lorsque le changement est défini dans le permis de construire, en revanche lorsque seul le premier programme est défini dans le projet, la réversibilité en devient une contrainte qui s'appréciera au moment du déclenchement de la seconde phase. À cet égard, le non-respect de la destination de l'ouvrage s'analysera, non comme un désordre, mais comme une non-conformité, et posera de nombreuses questions quant à la responsabilité contractuelle, à la couverture des dommages éventuels, mais également sur l'interprétation du contrat quant à la définition précise de la réversibilité prévue. En tout état de cause il s'agit d'un postulat relevant du domaine réglementaire.



## En guise de conclusion

### Le retour aux ressources, c'est le retour à l'architecture !



Matthieu POUMAREDE

*Professeur des universités, doyen de la Faculté de droit et de sciences politiques de Toulouse*

En 2011 le CNEAF organisait à Toulouse son congrès national sur le thème de la révolution environnementale. Si le réchauffement climatique n'est pas encore tout à fait un sujet du quotidien, le législateur venait alors de voter la Loi n° 2010-788 du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement, laquelle contient 19 fois le verbe lutter. 11 ans plus tard, alors que le réchauffement s'impose, la lutte est-elle engagée ?

#### ↳ Un enjeu collectif et transgénérationnel

Il est désormais scientifiquement acquis que la planète se réchauffe et que nous en sommes collectivement et individuellement responsables. Mieux : il est acté au moins pour les 20 prochaines années, quelles que soient les mesures prises pour le contrer. Tous les scénarios prévoient dès lors de modifier profondément nos manières de produire du bâti. Dès lors la rénovation constitue un défi majeur pour les architectes, avec comme alternative détruire pour reconstruire autrement.

En tout état de cause le passage de l'ancien monde vers le nouveau a eu lieu, et c'est collectivement qu'il nous faut désormais envisager un avenir marqué par un changement climatique échappant à toute représentation mentale, et qui se révèle paradoxalement presque indolore — voire réjouissant pour ceux qui craignent le froid... Est-il alors vraiment essentiel de repenser profondément nos modes de production des immeubles, alors que le seul enjeu concret reste le coût de l'énergie, pour l'heure très indirectement lié au changement climatique ?

En réalité, **l'enjeu véritable est avant tout collectif et transgénérationnel : il s'agit de prendre soin des générations futures.** De ce point de vue la responsabilité des architectes est à la fois collective et individuelle

Collective parce qu'ils se sont engagés à poursuivre le rôle social de premier plan qu'ils jouent depuis toujours, en apportant des solutions à la pauvreté, aux inégalités, mais aussi à la santé, à la sécurité et au confort des habitants<sup>6</sup>.

Individuelle parce que la maîtrise de l'art architectural doit évoluer tout en retournant à ses sources, et à ses ressources.

#### ↳ Le retour de l'architecture

Le retour de l'architecture, c'est naturellement aussi le retour de l'expert architecte. Derrière les notions maintes fois évoquées dans les exposés ci-dessus (les pathologies, la sinistralité, l'humidité...), ce sont surtout les savoirs autour des matériaux biosourcés — le béton, le chanvre, la paille, le bois, la terre — qui sont mis en avant comme réponses aux contraintes environnementales, avec en filigrane l'épineuse question de la formation.

---

<sup>6</sup> Voir à ce sujet la [synthèse du 51<sup>e</sup> congrès du CNEAF à Chambéry](#)

Quoi qu'il en soit, tout n'est pas nouveau, et les savoirs et techniques de demain sont à rechercher dans le patrimoine, en dépit des nombreuses problématiques que cela soulève quant au respect des règles de l'art, à la sinistralité, à la responsabilité, à l'assurabilité. L'espoir est cependant permis, car les architectes s'emparent de ces sujets, et les filières s'organisent, tous soulagés de constater qu'en fait les lois physiques étant immuables, la sinistralité des nouveaux matériaux ressemble fort à celle de l'ancien monde. Ce retour aux sources replace donc l'architecte au cœur de la question.

↳ Quelle place pour l'architecte ?

En dépit des appels à ce que chaque acteur de la construction retrouve sa vraie place, ces mêmes places évoluent : les fabricants s'invitent plus que jamais, le maître d'ouvrage utilise l'ouvrage dans une approche nouvelle qui s'étend bien au-delà du délai d'épreuve institué par la loi Spinetta. Plus que jamais, le changement climatique relève de l'atemporel.

Par conséquent ne revient-il pas au droit de l'assurance construction de s'adapter, si tant est qu'il le puisse, en revoyant la place des fabricants, le rôle du maître de l'ouvrage... mais aussi en s'emparant de questions telles que le réemploi ?

Si l'on peut douter du «verdissement» du droit de la construction, si l'on peut déplorer que, dans un monde nouveau, le désordre ne constitue toujours pas une non-conformité contractuelle et inversement, si la réalité nous rappelle que l'assureur ne peut pas tout indemniser, on ne peut pourtant pas ignorer les mutations induites par la RE 2020, par le contrôle de proportionnalité, par l'arrivée du fabricant et de l'utilisateur aux côtés de l'architecte dans une sorte de conception continue du bâtiment. Faut-il aller plus loin ? Ce que l'on fait artisanalement pour une cathédrale, peut-on le porter massivement et industriellement pour relever le défi du changement climatique ? Tout dépend des priorités. Or, depuis la loi n° 2009-967 du 3 août 2009 relative à la mise en œuvre du Grenelle de l'environnement et son article 2, cette priorité est gravée dans le marbre : *«La lutte contre le changement climatique est placée au premier rang des priorités»*

**C'est donc bien à la loi et au système d'assurance construction de s'adapter, avec toutes les conséquences économique et juridique que cela implique.** Sommes-nous prêts à supporter ces conséquences ?



## Sigles

ABF : Architecte des bâtiments de France  
ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie  
AGEC (loi) : loi Anti-gaspillage pour une économie circulaire  
AQC : Agence qualité construction  
CCH : Code de la construction et de l'habitation  
CCMI : Contrat de construction de maison individuelle  
CEREMA : Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement  
CGEDD : Conseil général de l'environnement et du développement durable  
CLT : Cross Laminated Timber (Panneau massif lamellé-collé)  
DEET : Dispositif écoénergétique tertiaire  
DET : Direction de l'exécution du contrat de travaux  
DO : Dommage-ouvrage  
DPE : Diagnostic de performance énergétique  
DTU : Document technique unifié  
ELAN (loi) : loi portant Évolution du logement, de l'aménagement et du numérique  
EnR : Energie renouvelable  
FCBA : Forêt, Cellulose, Bois-construction et Ameublement (Institut technologique)  
GES : gaz à effet de serre  
GIEC : Groupement international d'experts sur le climat  
HMONP : Habilitation à la maîtrise d'œuvre en nom propre  
ITE : Isolation thermique par l'extérieur  
LCAP (loi) : Loi relative à la Liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine  
MOP (loi) : loi relative à la Maîtrise d'ouvrage publique  
OPERAT : Observatoire de la performance énergétique, de la rénovation et des actions du tertiaire  
PAC : Pompe à chaleur  
PLU : Plan local d'urbanisme  
QAI : Qualité de l'air intérieur  
RE 2020 : Réglementation environnementale 2020  
REP : Responsabilité élargie des constructeurs  
RT (2012 ou 2015) : Réglementation thermique (2012 ou 2015)  
SCOT : Schéma de cohérence territoriale

© CNEAF — 2022

Crédits photographiques : CNEAF, Echo Visuel

Rédaction : **rediger.**  
création et gestion de contenus