Ressources constructives et savoir-faire locaux

méthodologie, filières, matériaux

07.2023

Concorde

Montjustin Colline Commune

Projet lauréat du programme «Engagés pour la qualité du logement de demain»

Caisse des Dépôts GROUPE

BANQUE des TERRITOIRES GROUPE CAISSE DES DÉPÔTS

EPAU GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC L'Europe des Projets Architecturaux et Urbains

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE Liberté Égalité Fraternité

ENGAGÉS POUR LA QUALITÉ DU LOGEMENT DE DEMAIN

Cette étude a été cofinancée par la Banque des Territoires et le GIP EPAU dans le cadre du programme « Engagés pour la qualité du logement de demain ». Elle a été réalisée par l'Agence Concorde Architecture Urbanisme.

SOMMAIRE

INTRODUCTION **06**

METHODOLOGIE **08**

INVESTIGATION EMPIRIQUE 10
ANNUAIRE 12
ENONCER DES COMPLEXES CONSTRUCTIFS 14
GLOSSAIRE DE L'HABITAT 16
GLOSSAIRE DE LA TECHNIQUE 17
RENCONTRES DES ORGANISMES 18
RENCONTRES DES FOURNISSEURS & ARTISANS 19

LES RESSOURCES DU TERRITOIRE **20**

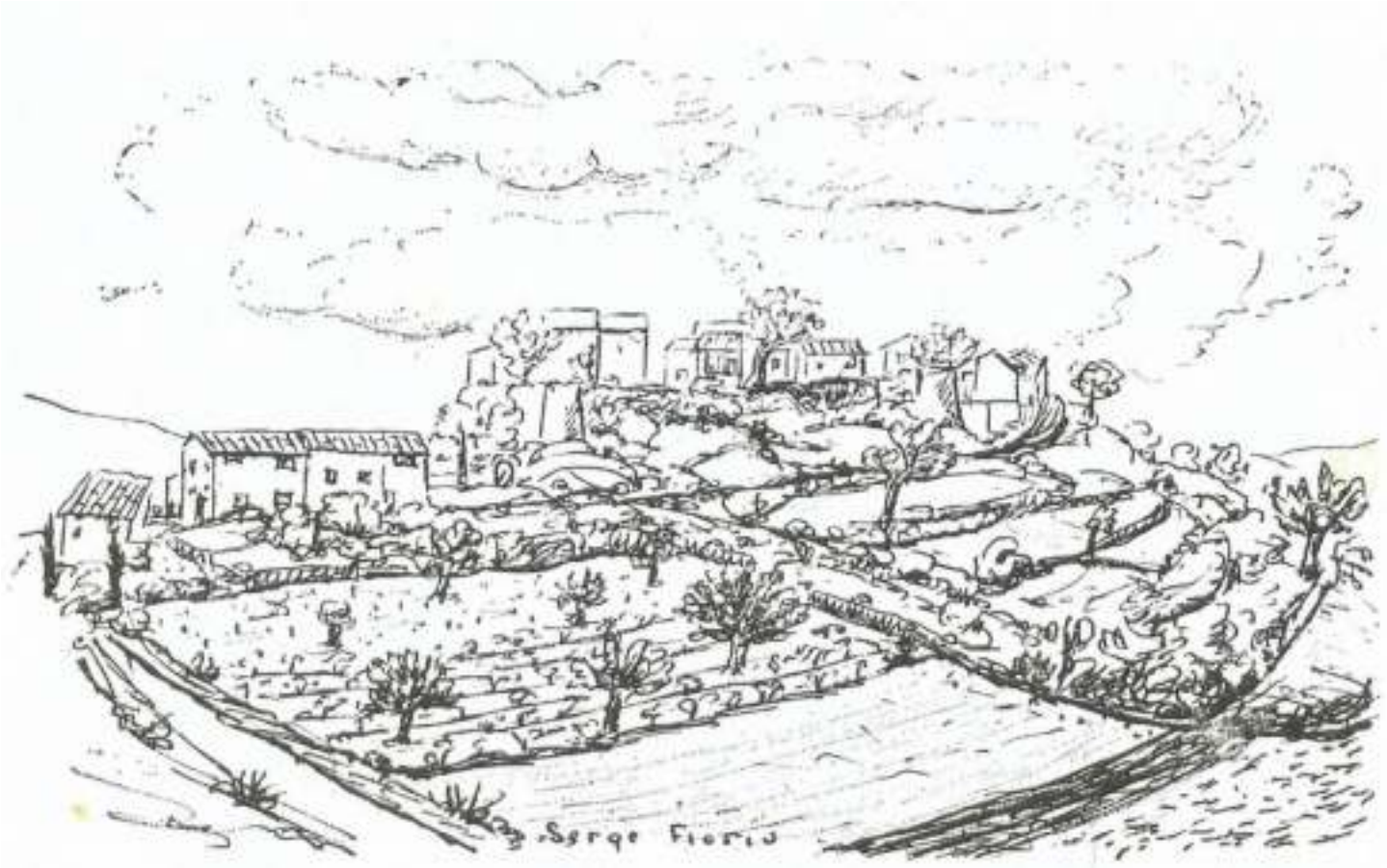
COMPRENDRE LE TERRITOIRE 22
CARTES & GISEMENTS 24
RESSOURCES & SAVOIR-FAIRE DES 100 KM 26

LA MATIÈRE ET SES ACTEURS **28**

INVENTAIRE DES MATÉRIAUX LOCAUX 30
LA PIERRE 32
LES GRANULATS 42
LA TERRE 52
LE BOIS 60
LA FIBRE VÉGÉTALE 72
EXPÉRIMENTATION & INNOVATION 86

MONTJUSTIN & SA BIORÉGION **94**

BIBLIOGRAPHIE **96**



Montjustin - Serge Fiorio

INTRODUCTION

Comment construire quelques logements abordables et écologiques dans un petit village du Lubéron ?

C'est la question soulevée par les élus de Montjustin et un collectif d'habitants, qui œuvrent depuis plusieurs années à la définition et la réalisation d'un tel projet.

Perché sur une crête du massif du Luberon, Montjustin, 63 habitants, est un village remarquable non seulement par ses paysages, mais aussi singulièrement par les gens qui l'habitent et l'ont habité. Un village reconstruit pas à pas dans les années 1950, sans règles d'urbanisme ni plans d'architecte, façonné à travers des liens familiaux, des liens d'amitiés, des liens humains. Depuis lors, plusieurs générations se succèdent et se côtoient, au café associatif ou dans les fêtes de village, mêlant classes moyennes et notables locaux, agriculteurs et résidents secondaires parisiens et européens.

Montjustin, comme beaucoup de villages des alentours, incarne une Provence idéalisée quoique soumise à de fortes pressions foncières. Fiers de leur environnement, concernés par son développement, les habitants du coin, et particulièrement les jeunes et les locataires, rencontrent des difficultés à se loger.

En 2013, après des années sans nouvelle installation dans le village, et afin de maintenir la vie, d'éviter la dévitalisation et de répondre aux enjeux de vie quotidienne, le conseil municipal a décidé avec les habitants d'acquérir un terrain au cœur du village afin d'y construire des logements communaux, entre la mairie, le café associatif installé dans l'ancienne école, l'église désacralisée et le presbytère.

L'objectif est de créer quelques logements abordables et écologiques, accessibles aux jeunes et aux familles qui ne parviennent pas à se loger dans le village et alentours aujourd'hui, en raison du manque d'offre locative, manque renforcé par la pression foncière des résidences secondaires.

Cette démarche fait l'objet d'un accompagnement par divers acteurs : Fondation de France et association A Demeure, dispositif La Preuve par 7 (association Notre Atelier Commun), agence Concorde.

Lauréat de l'AMI Engagés pour la qualité du logement de demain, le projet est aujourd'hui soutenu par le GIP Europe des Projet Urbains et Architecturaux.

Dans ce cadre, Concorde s'est vue confier une étude des ressources locales bio et géosourcées à moins de 100 km. L'objectif est, partant de Montjustin, d'identifier les ressources constructives disponibles et qui seraient adaptées au projet, de comprendre leurs modes de production, de transformation, de repérer les professionnels, les filières et leur niveau d'organisation. Si Montjustin est le point focal, la démarche dépasse le projet spécifique de la commune pour s'interroger plus largement sur les conditions dans lesquels l'architecture peut avoir recours à ces matériaux.

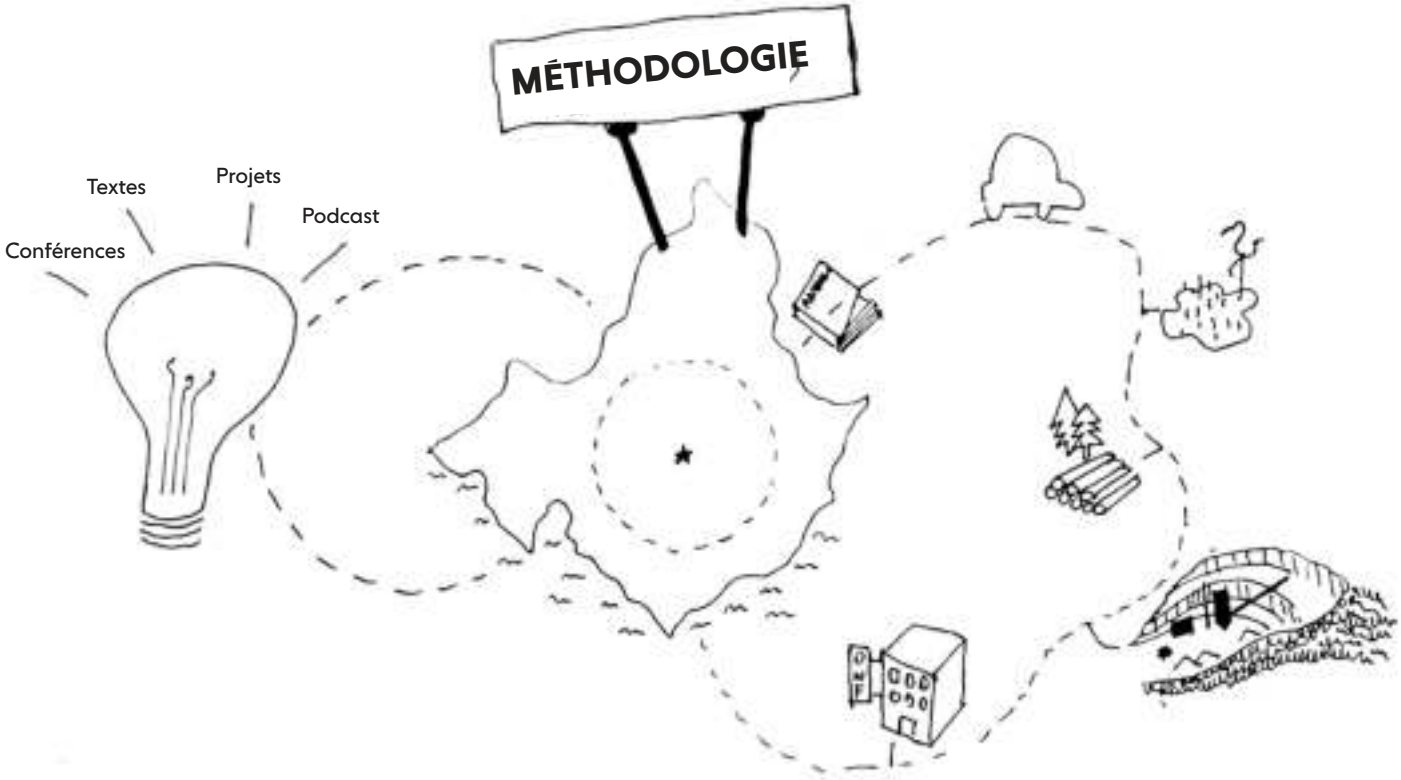
Quels sont les leviers de la construction écologique ?

Quels matériaux disponibles pour Montjustin, quelles filières structurées ?

Quelles qualités, caractéristiques, spécificités de ces différents matériaux ?

MÉTHODOLOGIE

INVESTIGATION EMPIRIQUE



Lien carte interactive :
https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1k2O0R8tEQ-fxHbHvAZoxM9SFhngRh_g&usp=sharing

Pour mener cette étude nous assumons une démarche empirique, exploratoire, dont la méthode se construit et s'ajuste au fil du travail.

Notre méthode prend comme point de départ Montjustin : le projet de construire quelques logement et de réhabiliter / rénover deux bâtiments, ainsi que la situation territoriale et l'histoire constructive du village. C'est de ce point qu'est défini le cercle de 100 km délimitant notre aire d'investigation.

Nous avons identifié plusieurs sources documentaires, des bases de données, qui recensent les matériaux biosourcées et géosourcées, la plupart du temps thématisées (ressources forestières, carrières, etc.). Elles renseignent peu sur la nature et les propriétés de la ressource, ni sur les conditions de sa disponibilité pour le projet.
Surtout ces sources abordent le gisement d'un point de vue géologique ou géographique. Notre démarche s'écarte de cette entrée, pour prendre comme unité d'analyse le lieu de production d'une ressource : exploitation, atelier, usine, etc. Ce qui nous intéresse ici, c'est la ressource produite, extraite, travaillée par l'homme.

Alors nous sommes allés à la rencontre des producteurs, des artisans, des représentants des filières, afin de comprendre les modes de production, d'extraction, de transformation, les usages possibles et les modalités de mise en œuvre, de recenser les caractéristiques précises des matériaux. Ces échanges s'appuient sur un annuaire et nourrissent une cartographie (en partie interactive) et des fiches par type de matériaux.

Deux précisions doivent être apportées :

- Nous avons souhaité que ce travail ne vise pas l'exhaustivité : l'important n'est pas pour nous de tout montrer, mais plutôt de référencer une variété d'acteurs et de matériaux et de comprendre les modalités de production et d'usage. Nous n'établissons pas de choix pour le projet de Montjsutin, mais un champ des possible et une analyse des conditions.
- Par ailleurs, nous n'avons pas écarté a priori le secteur industriel. Ce qui nous intéresse c'est la matière et ses propriétés, pas forcément la manière dont sont structurées les entreprises qui la fournissent. Si ce secteur est finalement peu présent, c'est que ces entreprises n'ont pas répondu à nos sollicitations.

La structuration de l'étude offre ainsi une vision hybride entre la technicité du matériau, le savoir-faire et l'histoire.

OUTILS ET RÉSULTATS

Quatre outils ont participé à la structuration du dossier et à la définition et la clarification de ce travail qui rentre dans un champ extrêmement vaste :

- *L'énumération de matériaux* organisés par complexe constructif a permis d'établir les possibilités de mise en œuvre d'un habitat. Cette liste non exhaustive soulève la question de l'offre des matériaux et des savoir-faire dans un rayon de 100 km, ses possibilités et ses limites.
- *L'annuaire* recensant les acteurs, et organisé par types de matériaux
- *La cartographie*, dont une version est interactive permet de spatialiser l'annuaire et d'identifier les acteurs dans la région.
- *Les fiches matériaux, organisées par grandes familles, et relatant les rencontr*es, les échanges, présentant les conditions de production et de mise en œuvre possible de ces matériaux.

PRÉCISIONS SUR L'ANNUAIRE

L'annuaire se développe selon deux thématiques majeures :
1 - Les organismes fédérateurs sensibilisent, accompagnent et mettent en relation selon leur domaine.
2 - Les producteurs et artisans offrent une expertise précise selon les ressources et les savoir-faire.
La variété d'intervenants nécessite de préparer les entretiens, de comprendre sous quel prisme amener les conversations. L'établissement d'un questionnaire par groupe ou sous-groupe affine et enrichit les rencontres. Ces questionnaires sont un support d'appui qui se travaille en amont, afin d'avoir une conversation fluide et ciblée.
L'entretien est un support de travail chronophage qui nécessite un travail de préparation et de post-production, mais il offre un rapport humain qui allie expertise, histoire et humanisme. Ces rencontres permettent de sortir d'un cadre de traitement de données pur.

ANNUAIRE
DES ACTEURS RECENSÉS DE LA REGION

	Structure	Filière	Domaine	Distance	Localisation	E-mail	Tel
	EXPERTS & CONSEILLES						
	ORGANISMES FEDERATEURS						
1	**CAUE 13**				18 rue Neuve Sainte-Catherine, 13007 - Marseille	caue13@caue13.fr	04 96 11 01 20
2	**CMAR (Chambre de Métiers et de l'Artisanat de Région PACA)**				23, allée des Fontainiers, 04000 - Digne-les-Bains	contact04@cmar-paca.fr	04 92 30 90 90
3	**CAPEB Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment**				11 allée des genêts, 04200	contact@capeb0405.fr	04 92 32 00 90
4	**Envirobatbdm**				Résidence le Phocéen 32 rue de Crimée 13003 - Marseille	contact@envirobatbdm.eu	04 95 043 044
5	**PNR du Lubéron Parc Naturel Régionaux**	Bois			60, place Jean-Jaurès BP 122, 84404	accueil@parcduluberon.fr	04 90 04 42 00
6	**ONF Office national des forêts**	Bois			1175 Chemin du Lavarin 84000 - Avignon	NC	04 42 17 57 00
7	**Union Régionale des Communes forestières**	Bois			Pavillon du Roy René • Valabre CD7, 13120 - Gardanne	NC	04 42 65 43 93
	ORGANISMES DES BATISSEURS						
8	**Les compagnons du devoir**		Formations		182-184, rue du Docteur Cauvin, 13012 - Marseille	NC	04.91.36.50.80
9	**Apprentis d'auteuil - CFC Var**		Formations		231 route départementale - RN7, 83170 - Brignolles	NC	04 94 69 55 58
10	**Twiza**		Auto-construction Participation			Contact sur le site internet	NC
11	**https://www.rempart.com/**		Auto-construction Participation		Tanaron, Routes de Barles 04000	association@tanaron.com	NC
12	**Eco-campus provence formation**		Auto-construction Participation		445 rue Gabriel Besson 04220 - Sainte-Tulle	accueil@ecpf.school	04 92 70 75 20
	ORGANISMES RESSOURCES & PRODUCTIONS						
13	**FFPPS Fédération française des professionnels de la pierre sèche**	Pierre			Rue de la Riclaine 71240 - Nanton	Contact sur le site internet	NC
14	**FIBOIS**	Bois			Pavillon du Roy René, CD7 Valabre 13120 - Gardanne	contact@fibois-paca.fr	04 42 38 66 93
15	**Association le Village**	Terre crue & Paille	Fournisseurs		Mas de la Baronne – BP 10056, 84302	Sur site internet	04 90 76 27 40
16	**APTE ASSOCIATION**		Promotion des matériaux écologique		167B, chemin des Nouvelles 84360 - Carraires de Rieufret	NC	NC
17	**Association Bâtir en Balle**		Promotion des matériaux écologique		127 Boulevard Elzear Pin 84400 - Apt	contact@batirenballes.fr	NC
18	**Bois des Alpes**	Bois			256 rue de la République 73 000 - Chambéry	NC	04 79 96 14 67
	ORGANISMES RECHERCHE & DEVELOPPEMENT						
19	**Atelier Luma**		Recherche & expérimentation		53 chemin des Minimes, 13200 Arles	info@atelier-luma.org	NC
20	**Raediviva**		Réemploi		2 impasse Croix de Régnier 13004 · Marseille	contact@raediviva.fr	NC
21	**CIRVA Centre international de recherche sur le verre et les arts plastiques**	Verre	Recherche & expérimentation		62 Rue de la Joliette, 13002 Marseille	contact@cirva.fr	NC
22	**Saint-Gobain Research Provence**		Recherche & expérimentation		550 Rue Alphonse Jauffret, 84300 Cavaillon	NC	04 32 50 09 00
23	**Anatomie d'architecture**		architectes & chercheurs		15 Boulevard Léglize 13004 - Marseille	contact@ada2018.fr	NC
	ARTISANS & FOURNISSEURS						
	PIERRE						
24	**Carrière des Estaillades**	Pierre de taille		40 km	route des carrière, 84580 - Oppède	carrieresdeprovence@me.com	04 89 51 32 20
25	**Serres Frères Et Cie**	Pierre de taille		35 km	927 Chem. des Garrigues, 84560 - Ménerbes	NC	04 90 72 23 60
26	**Serre Frères Saint Pantaléon**	Pierre de taille		40 km	Rte de Saint-Pantaléon, 84220 - Gordes	NC	04 90 72 23 16
27	**Carrière La Roche d'Espeil**	Pierre de taille		25 km	Combe de Lourmarin, 84480 - Buoux	NC	04 90 75 82 30
28	**Carrière de Fontvieille**	Pierre de taille		70 km	Route de Maussane, 13990	carrieresdeprovence@me.com	04 89 51 32 20
29	**Carrière du Garragaï**	Pierre		70 km	83470 Pourcieux	contact@durance-granulats.fr	04 42 67 09 30
30	**Didier Meloni**		Artisan du village		NC	NC	NC
31	**Geolithe (méditérranée)**		Bureau d'étude Spécialiste pierre sèche		NC	contact@geolithe.com	04 93 33 68 58

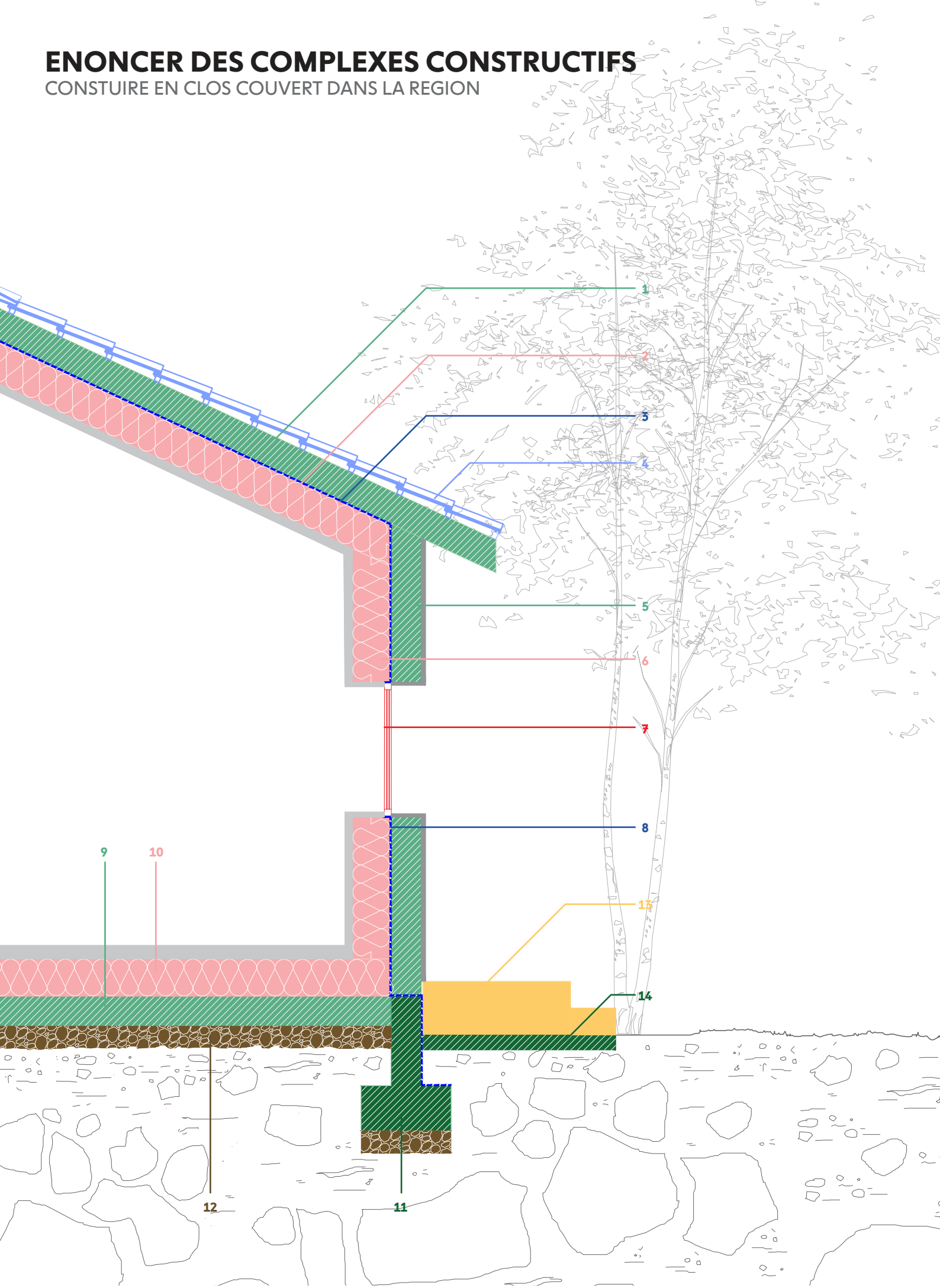
ANNUAIRE
DES ACTEURS RECENSÉS DE LA REGION

	Structure	Filière	Domaine	Distance	Localisation	E-mail	Tel
	GRANULATS & PROD.BETON						
32	**Lafarge Bétons centrale BPE Villeneuve**	Béton de ciment		25km	Les Iscles, 04180 Villeneuve	NC	04 92 79 21 40
33	**Sylvestre Béton**	Béton de ciment, Granulats		40 km	850 Chem. des Veginières, 84660 - Maubec	NC	04 90 76 87 87
34	**CMSE - Lazard - Carrière de Manosque**	Béton de Ciment, Granulats		20 km	ZI Saint-Maurice, Saint-Maurice, 04100 - Manosque	NC	04 92 72 07 81
35	**Carrière d'Aubagne Bronzo Perasso**	Béton de Ciment, Granulats		70 km	Vallon De L'Escargot, 2730 Rte de la Ciotat, 13400 - Aubagne	contact@carrieresbronzo.fr	04 42 73 49 50
36	**Carrière Bergier**	Granulats		20 km	2645 Rte de Cadenet, 84160 - Vaugines	NC	04 90 68 00 48
37	**Durance Granulats - Peyrolles**	Granulats		20 km	Rte de la Durance, 13860 - Peyrolles-en-Provence	contact@durance-granulats.fr	04 42 67 09 30
38	**Durance Granulats - Meyrargues**	Granulats		30 km	3337 Route Départementale 96 Quartier de l'Oratoire, 13650 Meyrargues	contact@durance-granulats.fr	04 42 57 56 65
39	**Durance Granulats - Charleval**	Granulats		40 km	Lieu dit "Le Ruompidou", 13350 Charleva	contact@durance-granulats.fr	06 14 02 12 74
40	**Lhoist | La Mède**	Chaux		70 km	Anc. Rte de Martigues, 13220 Châteauneuf-les-Martigues	Sur site internet	04 42 42 31 81
41	**Lhoist | Carrière Chaux de la Tour**	Chaux		40 km	Rte Apt 1990 Bis route Avignon, 84440 - Robion	NC	04 90 20 31 28
42	**Etex Mazan**	Gypse		45 km	3070 Rte de Blauvac, 84380 - Mazan	NC	04 90 69 71 14
	TERRE						
43	**Les Rustiers**	Tuile en terre cuite		50 km	9 zac de Bompertuis, 13120 - Gardanne	NC	04 42 96 18 65
44	**Tuilerie Monier**	Tuile en terre cuite		60 km	16 Imp. Louis Foucard, 13016 - Marseille	NC	04 91 65 95 00
45	**Les Terres Cuites des Launes**	Carrelage terre cuite		60 km	Quartier Launes BP46, 83690 - Salernes	NC	NC
46	**SNECT - Carriere d'argile**	Argile		45 km	1620 Chem. de la Couronnade, 13290 - Aix-en-Provence	NC	NC
47	**Carriere de Puyloubier**	Argile		40 km	Domaine Richeaume France, 13114 - Puyloubier	NC	NC
48	**Association le Village**	Terre crue & Paille		50 km	Mas de la Baronne, BP10056, 84300 - Cavaillon	NC	04 90 76 27 40
49	**Ocre de France**	Enduit		20 km	200 Chem. des Ocriers, 84400 - Apt	infos@ocres-de-france.com	04 90 74 63 82
	METAUX						
50	**ArcelorMittal Fos Sur Mer**	Acier		80 km	13776 Fos-sur-Mer	fo.gipac@arcelormittal.com	04 42 47 33 33
51	**Alteo**	Aluminium		50 km	Av. Victor Hugo, 13120 - Gardanne	Sur site internet	04 42 65 22 22
	BOIS						
52	**Scierie La Bernadette**	Bois		20 km	Quartier Royas, Hameau des grands Cléments, 84400 - Villars	scierielabernadette@yahoo.fr	NC
53	**Scierie Val Durance**	Bois		40 km	920 Chem. de Salon, 13370 - Mallemort	NC	04 90 73 89 69
54	**Scierie Mélèze Bois Rond**	Bois		30 km	Le Village 04230 - Mallefougasse-Augès	NC	04 92 74 79 43
55	**La forestière de provence**	Bois		50 km	126, route de Velleron 84200 - Carpentras	NC	04 90 63 42 15
56	**Scierie Mobile du Haut-Verdon**	Bois		80 km	La Combette 04370 - Beauzever	scieriejourdan@yahoo.fr	04 92 83 49 09
57	**Les ateliers du Cèdre**	Bois	Charpentier	40 km	1018 avenue de Craponne, 920 Chem. de Salon, 13370 - Mallemort	contact@lesateliersducedre.fr	NC
58	**Exebois**	Bois	Artisans bois & isolation bio-sourcé	45 km	207 Route de Pourrières, 13530 - Trets	contact@exebois.fr	NC
59	**Matthieu Grosjean**	Bois	Charpentier	65 km	4 rue Benoit Malon 13005 Marseille	matthieugrosjean@hotmail.fr	06 87 38 54 84
60	**Boské**	Bois	Bureau d'étude	65 km	13 rue Sainte-Victorine MARSEILLE, 13003, France	kevin@boske.fr	06 30 68 94 36
	FIBRE VEGETALES						
61	**Balle Concept**	Balles de riz		90 km	Giraud et Tourtoulen, Route de Salin-de-Giraud, 13200 - Arles	info@balleconcept.fr	NC
62	**Fermedelagrandchane**	Balle de petit épautres		40 km	1250 ch de pâle, 26560 - Séderon	lagrandchane@gmail.com	NC
63	**Archibale**	Balle de petit épautres		50 km	La grande des meuniers, 26170 - Montguers	NC	NC
64	**Agriculteur**	Paille		20 km	04300 - Forcalquier	NC	NC
65	**Association le Village**	Terre crue & Paille		50 km	Mas de la Baronne – BP 10056 84 302 - Cavaillon	Sur site internet	04 90 76 27 40
66	**Agriculteur**	Paille de Lavande		50 km	NC	NC	NC
67	**Liège Junqué**	Liège		70 km	Château Payan route de Gonfaron, 83340- Flassans sur Issole	junqueliege@gmail.com	NC
68	**ABC Chanvre**	Chanvre		45 km	207 Route de Pourrières, 13530 - Trets	contact@abcchanvre.com	NC

Liste non-exhaustive

ENONCER DES COMPLEXES CONSTRUCTIFS

CONSTUIRE EN CLOS COUVERT DANS LA REGION



ENONCER DES COMPLEXES CONSTRUCTIFS

CONSTUIRE EN CLOS COUVERT DANS LA REGION

Type de matériaux par complexe	Disponibilité	Distance
TOIT		
1 - CHARPENTE		
Béton	●	20 km
Bois	●	35 km
Acier		
2 - ISOLATION		
Laine de Roche		
Panneaux fibre de bois		
Ouate de cellulose		
Synthétique : PSX, PIR, PUR...		
Balle de riz		90 km
Balle de petit épeautre	●	40-50 km
Béton chaux chanvre	●	45 km
3 - ETANCHEITE		
Membrane bitumineuse		
Membrane synthétiques		
4 - COUVERTURE		
Tuiles	●	60 km
Pierre		
Acier		
Synthétique : PVC, Bitumineuse		
Végétale		
MUR		
5 - STRUCTUREL		
Béton	●	20 km
Béton cellulaire		
Pierre	●	50 km
Bois	●	35 km
Terre cuite		
Acier		
Terre crue	●	60 km
6 - ISOLATION		
Laine de roche		
Laine de verre		
Fibre de bois (vrac ou panneaux)		
Chanvre	●	75 km
Liège (vrac ou panneaux)		
Paille (blé, riz,...)	●	20 km
Balle de riz	●	90 km
Balle de petit épeautre	●	40-50 km
Laine	●	400 km
Ouate de cellulose		
Fibre textile recyclées	●	
Synthétique : PSX, PIR, PUR...		
7 - MENUISERIE		
Bois		
Acier		
Aluminium		
PVC		
Verre	●	
Polycarbonate		
8 - ETANCHEITE		
Membrane synthétique		
Enduit d'argile	●	20 km
Enduit de chaux		
PLANCHER		
9 - STRUCTUREL		
Béton	●	20 km
Bois	●	35 km
Acier		
Terre cuite		
Pierre		
10 - ISOLATION		
Laine de roche		
Laine de verre		
Fibre de bois (vrac ou panneaux)		
Chanvre	●	45 km
Liège (vrac ou panneaux)		
Paille (blé, riz,...)	●	20 km
Balle de riz	●	90 km
Balle de petit épeautre	●	40-50 km
Laine	●	400 km
Ouate de cellulose		
Fibre textile recyclées		
Synthétique : PSX, PIR, PUR...		
FONDATION		
11 - STRUCTUREL		
Béton	●	20 km
Cyclopéenne (Roche+chaux)		
Acier (techno-pieux = pieux vissé)		
12 - SOUS COUCHE		
Béton de propreté	●	20 km
Gravier	●	20 km
Sable	●	20 km
Barrière anti-humidité		
TERRASSE/SOCLE		
13 - SOCLE		
Béton	●	20 km
Pierre		
Bois	●	35 km
14 - FONDATION		
Béton	●	20 km
Cyclopéenne (Roche+chaux)		
Acier (techno-pieux = pieux vissé)		

Liste non-exhaustive

GLOSSAIRE DE L'HABITAT

BIORÉGION

«La biorégion peut être définie comme un territoire doté d'une forte autonomie écologique – la faune et la flore, le climat, le relief et l'hydrographie formant un ensemble homogène – en cohérence avec la population, sa culture et son histoire»[1]

«la biorégion, c'est ce que tu habites, ce que tu 'réhabites' – et qui te permet de chercher une vie plus terrestre, plus écocentrée. La biorégion, de ce point de vue, c'est aussi et surtout dans les têtes»[2]

BIORÉGIONALISME

«[le biorégionalisme] est une approche politique, économique et culturelle basée sur les spécificités écologiques d'une région, appelée biorégion.(...) Selon Peter Berg, le biorégionalisme est une approche proactive visant la formation d'une harmonie entre la culture humaine et l'environnement naturel.» [3]

FRUGALITÉ

nom féminin (latin frugalitas, -atis)
Qualité de quelqu'un, de quelque chose de frugal ; sobriété : La frugalité d'un repas. (Larousse)

«(...) Nous l'avons choisi parce qu'il [le mot frugalité] vient de frux-frugis, fruit en latin, et frugalitas, selon l'acception d'Apulée, signifie « la récolte de fruits ». Pour nous la Frugalité est « heureuse », quand la récolte est mesurée, pour la terre alors indemne et les êtres qui la font, justement rassasiés. Elle devient une ambition des concepteurs et réalisateurs de l'établissement humain pour qui la ressource (sa protection, son bon usage, sa bonne récolte) s'avère essentielle. Elle est fructueuse (même racine) et se nourrit de richesse, au sens du rapport Facteur 4 du Club de Rome : « 2 fois plus de bien-être en consommant 2 fois moins de ressources » La frugalité englobe un thème très large, c'est une occasion d'adhésion et de travail en commun»[4]

URBANISME VIVRIER

Vivrier, *adjectif (de vivre) : Se dit des cultures dont les produits sont destinés à l'alimentation humaine.* (Larousse)

«L'urbanisme vivrier est ancré dans son territoire afin de répondre plus justement à son empreinte sociale, culturelle, économique, géologique et donc écologique. Ancré, comme l'est la production située et raisonnée de l'agriculture vivrière, destinée à l'ensemble de son territoire. L'urbanisme vivrier se conçoit en opposition à la fabrique de la ville standardisée, répondant à des logiques de zonage dans un dessin généralisé et uniformisé à l'ensemble du territoire national.
Cet urbanisme naît d'une reterritorialisation de la commande publique et d'une volonté collective et locale d'habiter autrement le territoire. C'est considérer que l'acte de construire et d'aménager peut faire filière et intégrer toutes les composantes, ressources matérielles et immatérielles de ce territoire. Cet urbanisme pose ainsi ces bases de projets sur le déjà-là, l'expérimentation, l'étude des ressources existantes et parfois oubliées, des forces vives du territoire, des compétences et rassemble une diversité d'acteurs en évitant ainsi l'expertisation de l'écriture du projet.
En imaginant collectivement la fabrique ou la réparation d'un morceau de territoire, il permet alors, grâce aux méthodologies de permanences et de programmations ouvertes de ré-activer nos démocraties locales. Il se conçoit sur le terrain même en associant toutes les parties prenantes - éluEs, société civile dans toute sa diversité, professionnelLEs de la ville et de la construction, en amont de l'écriture et de la réalisation du projet. L'urbanisme vivrier permet alors un nouvel aménagement, ou plutôt un ménagement du lien créé par le soin, en permettant au projet d'être un levier pour faire société. La fabrique de la cité, la conception de nouvelles manière d'habiter, l'obligation d'interroger nos pratiques dans l'aménagement face aux différentes crises que nous traversons, sont autant d'alibis pour entrevoir l'expérimentation de cette forme d'urbanisme comme une opportunité de refaire du commun.» [5]

VERNACULAIRE

Adjectif, (latin vernaculus, « indigène ») : Du pays, propre au pays. Langue vernaculaire : dialecte (opposé à véhiculaire).
(Le Robert)

L'architecture vernaculaire ne connaît pas de cycles de mode. Elle est presque immuable, voire irréprochable, puisqu'elle remplit parfaitement sa fonction. En règle générale, l'origine des formes et des méthodes de construction indigènes se perd dans un passé lointain.[6]

NOTES ET RÉFÉRENCES

1- Latouche Serge , « Décroissance et topophilie », revue Topophile, 13 novembre 2019

2- Rollot, Mathias, Marin Schaffner, et Emmanuel Constant. 2021. Qu'est-ce qu'une biorégion ? Petite bibliothèque d'écologie populaire 12. Marseille: Wildproject.

3- Aux sources du biorégionalisme Interview de Peter Berg par Alain de Benoist et Michel Marmin, 2001, GRECE

4- « La frugalité n'est pas la sobriété | Savoir | Topophile ». 2022. 26 septembre 2022. https://topophile.net/savoir/la-frugalite-nest-pas-la-sobriete/.

5- « L'école du terrain ». s. d. L'école du terrain. https://lecoleduterrain.fr/.

6- Traduit de l'ouvrage : Geers, Kersten, et Ellis Woodman, éd. 20. Architecture without Content: This Set of Studio Reports Is a Re-Edition of the Original Booklets, Made to Conclude Each of the Studios Which Were Held between 2011 and 2013 ... London: Bedford Press.

GLOSSAIRE DE LA TECHNIQUE

COMPACITÉ

«= SP (Surface paroi) / SHAB (Surface habitable)
La compacité est le résultat de la surface déperditive divisée par la surface habitable Ce calcul nous donne un résultat permettant de comparer le niveau de compacité de différent maisons objectivement sans avoir à prendre en compte leur forme architecturale.
Plus le résultat de ce calcul est faible plus la compacité est bonne, moins il y a de surface en contact avec l'extérieur pour une surface de vie équivalente.
Viser à plus de compacité permet à la fois de faire des économies en surface de parois à construire, mais aussi en consommation d'énergie pour chauffer, rafraîchir et éclairer une maison.»[1]

L'ÉNERGIE GRISE, OU ÉNERGIE INTRINSÈQUE

«...est la quantité d'énergie consommée lors du cycle de vie d'un matériau ou d'un produit : la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'entretien et enfin le recyclage, à l'exception notable de l'utilisation. L'énergie grise est en effet une énergie cachée, indirecte, au contraire de l'énergie liée à l'utilisation, que le consommateur connaît, ou peut connaître aisément. Chacune des étapes mentionnées nécessite de l'énergie, qu'elle soit humaine, animale, électrique, thermique ou autre. En cumulant l'ensemble des énergies consommées sur l'ensemble du cycle de vie, on peut prendre la mesure du besoin énergétique d'un bien.
L'affichage de l'énergie grise peut guider ou renseigner les choix d'achats, notamment en vue de réduire l'impact environnemental.»[2]

LA MASSE SURFACIQUE - KG/M2

«Elle est définie par le poids des matériaux nécessaires à la construction d'un mètre carré d'espce habitable. Elle s'exprime en kilogrammes par mètre carré. Sa valeur renseigne tant sur la méthode de construction que sur l'effort de transport nécessaire à l'approvisionnement des éléments de construction sur le chantier ou dans l'usine.»[3]

L'EMPREINTE CARBONE - KG EQ.CO2/M2

«L'estimation de l'empreinte carbone générée par la construction permet de mesurer la quantité de gaz à effet de serres (GES) émise par la production et la mise en oeuvre des matériaux utilisés, ainsi que la démolition ou le démontage du bâtiment. Elle se calcule kilogrammes d'équivalent gaz carbonique par mètre carré de surface habitable. L'équivalent CO2 indique les gaz à effet de serre convertis en kg de CO2. Le CO2 propre à chaque matériau est fortement influencé par le degré de transformation et la quantité d'énergie utilisée dans les processus de production et au cours de son cycle de vie.»[4]

L'EFFICACITÉ DE MISE EN OEUVRE - NOMBRE TOTAL DE COMPOSANTS

«L'efficacité d'une structure se définit par le nombre moyen et normalisé de composants à installer pour créer 1m2 d'espace habitable. Afin de faciliter sa définition elle se calcule en faisant le rapport entre le nombre total de composants et la surface en mètre carré. Généralement, moins le nombre de composants requis est élevé, plus la construction est rapide, mais plus leurs dimensions sont importantes.»[5]

LA COMPLEXITÉ DES SYSTÈME CONSTRUCTIFS - NOMBRE DE COMPOSANTS DIFFÉRENTS

«La complexité s'évalue au regard du nombre de types de composants (poteaux, poutres, panneaux, etc.) nécessaires pour construire un bâtiment. Plus ils sont nombreux, plus la complexité de l'ouvrage augmente et implique une coordination entre les différents corps de métier. Il est aussi probable qu'une grande complexité en termes d'assemblage rende la réutilisation plus difficile.»[6]

L'ÉQUIVALENT DIOXYDE DE CARBONE - EQ.CO2

Créé par le GIEC, l'équivalent dioxyde de carbone (équivalent CO2) est l'unité de mesure utilisée pour comparer les émissions des gaz à effet de serre sur la base de leur « potentiel de réchauffement global » (PRG).[7]

NOTES ET RÉFÉRENCES

1- Rager, Mathis, Emmanuel Stern, et Raphaël Walther. 2020. Le tour de France des maisons écologiques. Paris: Éditions Alternatives.

2- « Énergie grise ». 2023. In Wikipédia. https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=%C3%89nergie_grise&oldid=204842605#cite_note-1.

3- Rizzotti, Philippe. 2022. L'empreinte d'un habitat: Construire léger et décarboné = Housing footprint: light and low carbon construction. Paris: Pavillon de l'Arsenal.

4- Ibid

5- Ibid

6- Ibid

7- « CO2e, COeq : tout savoir sur l'équivalent CO2 ». 2021. Foresteam. 19 octobre 2021. https://www.foresteam.fr/post/equivalent-co2.

RENCONTRES DES ORGANISMES

ACTEURS	DESCRIPTION
2- CMAR Chambre de métiers et de l'artisanat Régionale PACA **Rencontre avec Alexandre Montel** https://www.cmar-paca.fr	Elle assure la représentation et le développement des métiers et de l'artisanat au plan régional. **Elle peut mettre en contact avec des artisans et des collectivités.**
6- ONF Office national des forêt **Rencontre avec Nicolas Cheron** https://www.onf.fr/	Gestionnaire des forêts publique, l'ONF est en mesure de conseiller sur l'utilisation du bois adapté au contexte. **Collaboration envisageable pour exploiter le bois présent sur leur forêts.**
13- FFPPS Fédération française de pose de pierre sèche **Rencontre avec Martin Muriot** https://www.professionnels-pierre-seche.com	L'organisation réunit de nombreux acteurs et experts autour de la pierre sèche (BE, muraillier, architecte, paysagiste, ...). Cette fédération offre **un annuaire d'experts et conseillés autour de la pierre sèche.**
14- FIBOIS PACA **Rencontre avec Léane Quernec** https://www.fibois-paca.fr/	Fibois Sud soutient les acteurs de la filière afin de dynamiser et de structurer la filière dans la région PACA.**Elle est un allié dans le développement de projets en bois et plus précisément de bois locaux.**
16- A.P.T.E L'Association pour la Promotion des Techniques Ecologiques **48- Association le village** **Rencontre avec Sebastien Dutherage** https://www.apte-asso.org/home	Ces deux associations expérimentent dans l'éco-construction. APTE offrent des techniques de mise en oeuvre pour être plus autonome. Elle répond également en tant qu'entreprise et propose **des chantiers participatif pouvant être développé en marché public.**
17- Association batir en balle **Rencontre avec Pierre Delot** https://www.batirenballes.fr/	P.Delot propose une expertise et un accompagnement au niveau l'isolation en balle. Cet expert permet également **d'orienter vers différents producteurs matériaux biosourcés.**
19- Raediviva **Rencontre avec Tiphaine Guélou** https://raediviva.fr/	Acteur fédérateur de la filière réemploi dans la région PACA. **Il promouvoit le réemploi et permet de mettre en relation les acteurs de ce marché.**
20- CIRVA Centre international de recherche sur le verre et les arts plastiques **Rencontre avec Stanislas Colodiet** https://www.cirva.fr/fr	Lieu de rencontre entre artisans et artistes, le CIRVA évolue dans une démarche artistique et expérimentale. Leur **participation** au projet pour se retrouver sous une **forme d'intervention artistique unique.**
21- Atelier Luma **Rencontre avec Aline Burle** https://www.atelier-luma.org/	Centre d'expérimentation, de recherche spécialisé dans la mise en corrélation du design et des ressources et savoir-faire sur le territoire. **Leur expertise et leurs conseils peut enrichir le projet et mettre en exergue des matériaux innovant de la région.**
23- Anatomie d'Architecture **Rencontre avec Emmanuel Stern** https://www.anatomiesdarchitecture.com/	Cette SCOP explore l'habitat écologique à travers trois prismes : conception & construction, recherche de terrain & enquête, pédagogie & transmission. **Ils proposent des formations pour sensibiliser aux pratiques bio & géosourcés.**

RENCONTRES DES FOURNISSEURS & ARTISANS

ACTEURS	DESCRIPTION
28- Carrière de Provence **Carrière de Fontvieille** **Rencontre avec Pierre Mariotta** https://www.carrieresdeprovence.com/	Cette entreprise familiale, spécialisée dans la pierre de taille, exploite la **pierre d'estaillade**, proche du site de Montjustin.
30- Didier Meloni **Rencontre avec D.Meloni** https://www.batirenballes.fr/	Artisan du village de Montjustin, **il a une connaissance minutieuse du village, et de la construction en pierre.**
35- Bronzo Perasso **Carrière d'Aubagne** **Rencontre avec M Roques** https://bronzoperasso.fr/	Carrière de granulats, il réalise également leur propre béton.
41- Lhoist **Carrière Chaux de la Tour** **Rencontre avec Vincent Jaubert** https://www.lhoist.com/fr	Leur seconde carrière, situé à la Mède, pourrait être un acteur susceptible de fournir de la chaux dans le projet de Montjustin.
57- Ateliers du Cèdre **53- Scierie Val Durance** **Rencontre avec David & Pierre Faugères** https://www.lesateliersducedre.fr/	Les associés se caractérisent par leur double casquette **: scieur et charpentier.** L'entreprise de scierie s'appelle : Scierie Val Durance Ils offrent une véritable expertise des essences de bois de la région et de leur mise en oeuvre.
58- Exebois **Rencontre avec Emile Lievremont** https://www.cirva.fr/fr	Entreprise construction spécialisée en construction bois, ils ont construit un projet complet en pin d'Alep. **Ils sont engagés dans le développement de la filière bois en PACA.** Ils collaborent avec ABCChanvre.
61- Balleconcept **Rencontre avec Bruno Lacrotte** https://balleconcept.com/	Entreprise spécialisée dans l'isolation en balle de riz, elle est leader de ce type d'isolant dans la région.
67- Liège Junqué **Rencontre avec Maryse Junque** https://www.liege-junque.com/	Entreprise familiale fournisseur d'isolation de liège en vrac. Il ne possèdent pas les caractérisations.
68- ABC Chanvre **Rencontre avec Serge Lievremont** https://www.abcchanvre.fr/	SCOP développant la filière chanvre, il travaille également avec Exebois. La caractérisation de ses produits est en cours.

LES RESSOURCES DU TERRITOIRE

COMPRENDRE LE TERRITOIRE

COMPRENDRE LE TERRITOIRE

GÉOGRAPHIE

Le périmètre de la région PACA est caractérisé par la frontière italienne et le littoral. Cette localisation en fait un territoire clé du commerce européen et international. Marseille et ses environs sont déterminants dans le commerce maritime du bassin méditerranéen. Cette porte, interface entre la Méditerranée et la France, est alimentée par un maillage industriel présent dans toute la région.

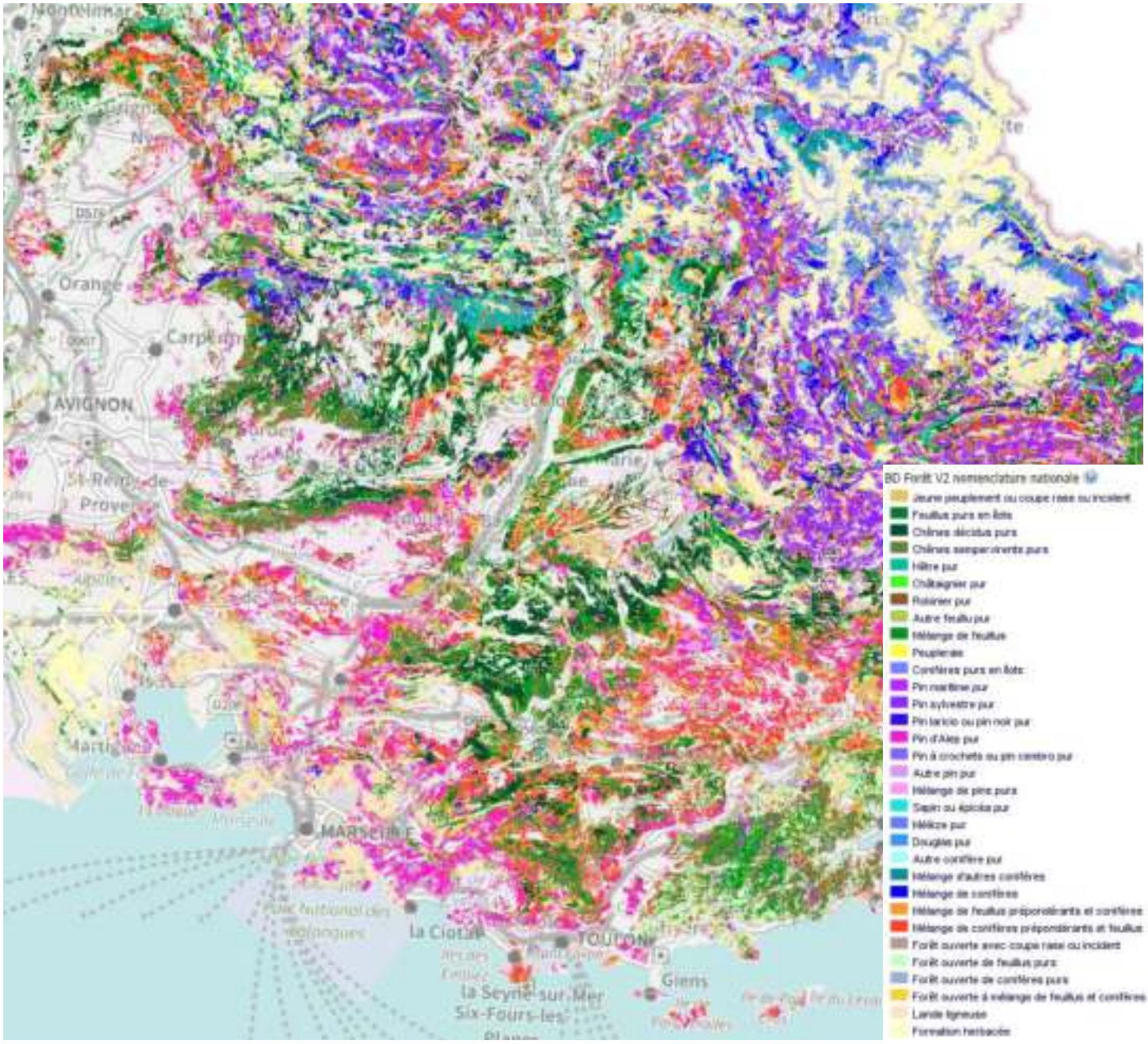
L'HÉGÉMONIE DU BÉTON

Le secteur du béton occupe une place importante dans la filière du BTP en France et particulierement en région PACA. Son contexte et sa géologie très calcaire permettent la production d'un produit fini, de l'extraction des granulats à la fabrication de ciment, jusqu'à l'emploi du béton de ciment.
Au cours des dernières décennies, l'hégémonie du béton a affaibli et parfois effacé de nombreuses filières. Le tout béton d'après-guerre et l'industrialisation du secteur de la construction ont dessiné les villes modernes et contemporaines. Les couches caractéristiques d'un bâtiment ont bien souvent été victimes du succès de l'ère industrielle au détriment des matériaux et du savoir-faire locaux. La maison pavillonnaire contemporaine, caractérisée par un crépi sur parpaing, reflète ces principes de standardisation des matériaux et du savoir-faire. Elle est l'image d'une urbanisation de la région dépassée par les paradigmes commerciaux, industriels, d'attractivité et de mobilité de la fin du XXème siècle.

MAILLAGE VERTUEUX

Aujourd'hui, face à la prise de conscience environnementale, les enjeux évoluent et les filières oubliées réapparaissent. La question de l'emploi de matériaux géosourcés et biosourcés est de plus en plus présente. Ces filières en sont encore au stade de structuration. Elles luttent pour se faire une place sur le marché, mais les réglementations en vigueur et les normes complexifient la caractérisation de certains de ces matériaux. Ces contraintes et la structuration en cours de ces petites filières compliquent leur accès aux marchés du bâtiment. La suprématie industrielle est un réel frein à leur émancipation.
Des artisans et des producteurs défendant une construction intelligente et responsable tentent de ramener ces préceptes vernaculaires. Ils sont accompagnés par des organismes publics, privés et associatifs qui assurent la promotion et la mise en relation.
Le maillage industriel implanté dans la région depuis des décennies se voit aujourd'hui complété par une nouvelle grille développant des matériaux locaux et responsables. Tous les acteurs défendant ces logiques vernaculaires et respectueuses se soutiennent et s'élèvent dans ce secteur congestionné par la standardisation.

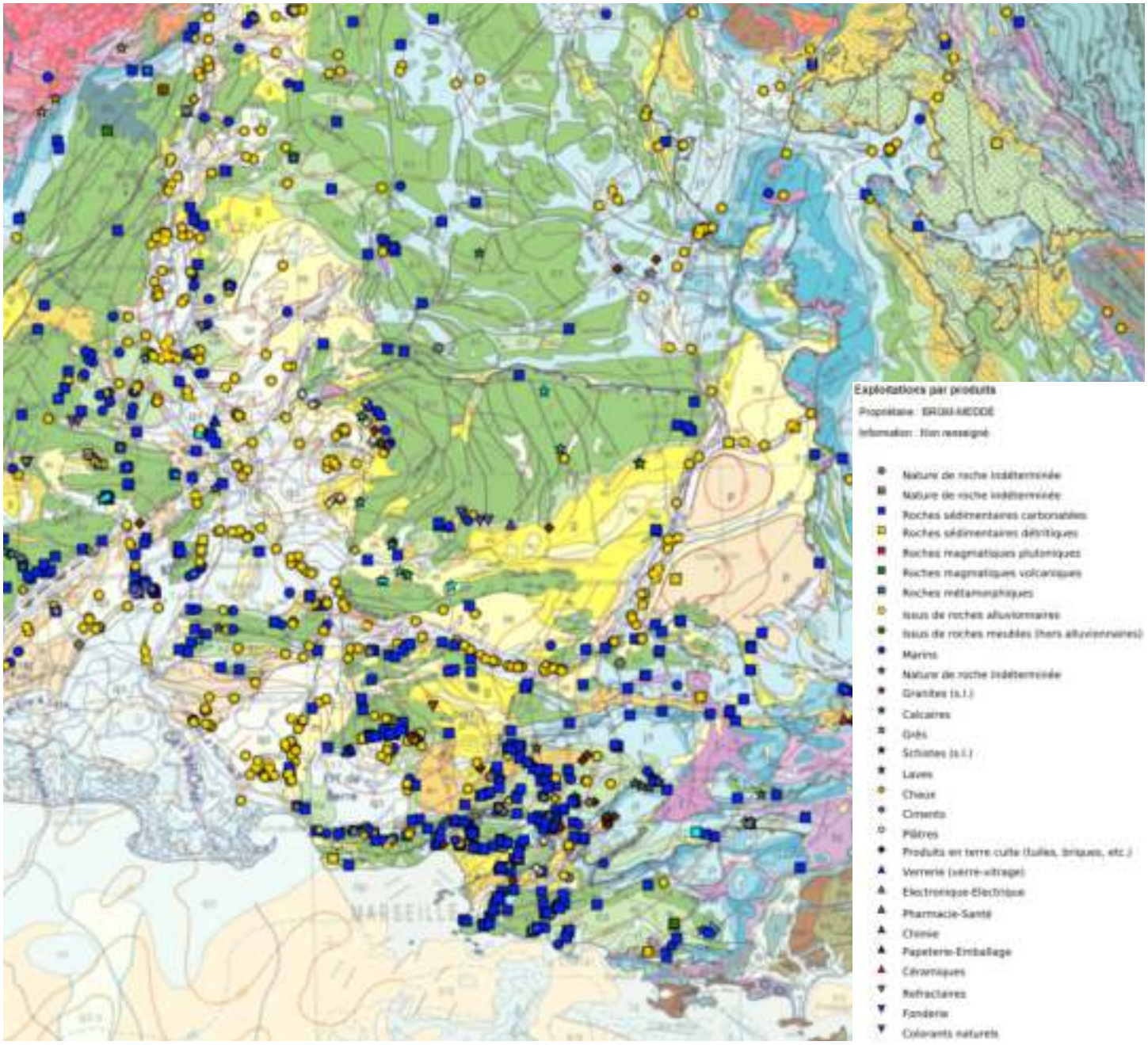
CARTES & GISEMENTS
INVENTAIRE FORESTIER



Extrait de l'Inventaire permanent des ressources forestières nationales, https://inventaire-forestier.ign.fr/

Indicateurs	Montjustin		PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR
Surface forestière totale (Ha)	702		1 696 119
Taux de boisement (%)	69	▲	53
Surface de conifères (Ha)	31		517 525
Surface de feuillus (Ha)	317		504 380
Surface de forêts mixtes (Ha)	354		650 874

Comparaison des espaces boisés entre Montjustin et la région PACA : http://cartotheque.ofme.org/#c=zonage

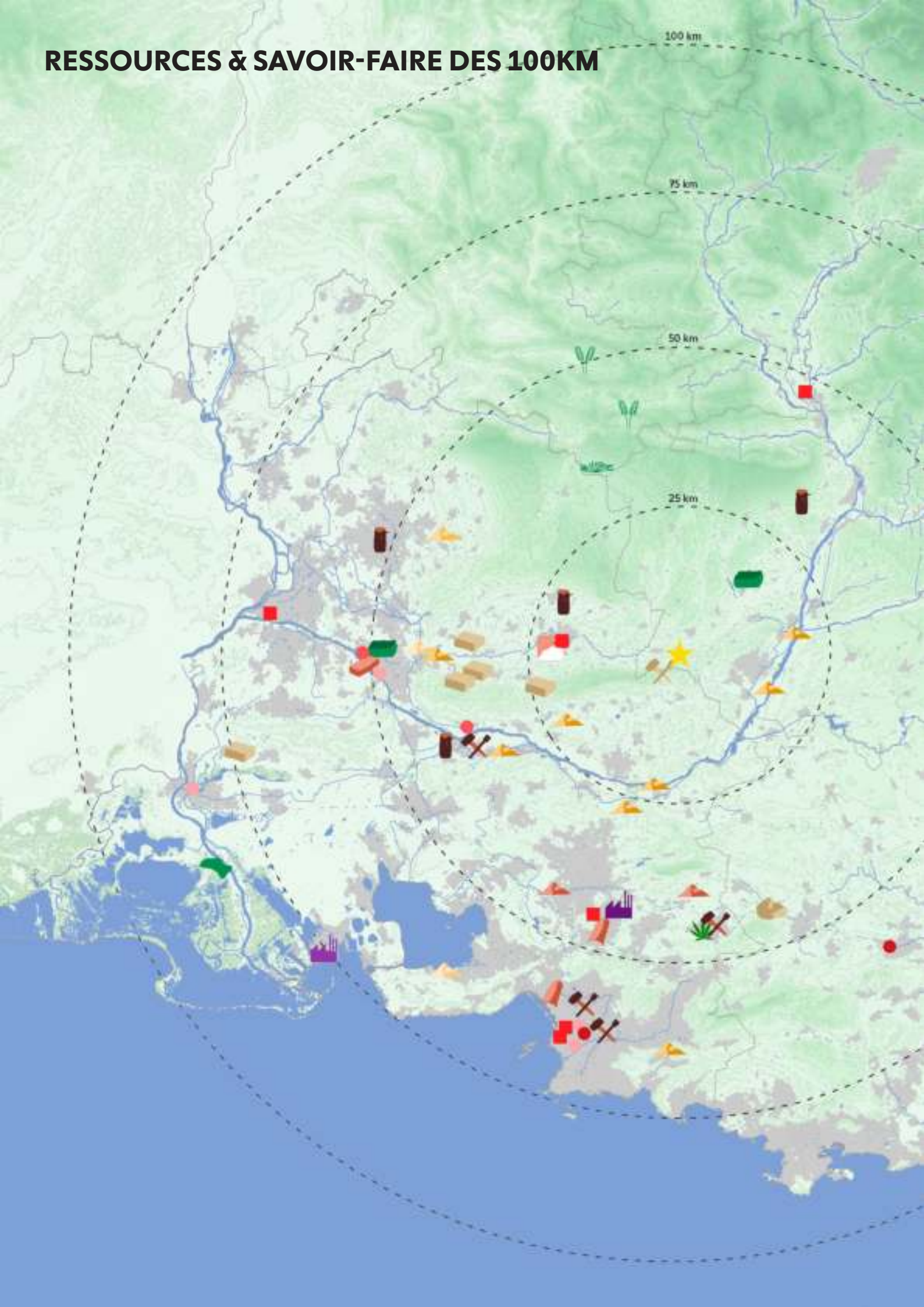


Cartographie des carrières et gisement minéraux par produit exploité. source : infoterre.brgm.fr/

INVENTAIRES DES RESSOURCES

En première approche, il existe des bases de données qui répertorient les ressources minérales et végétales sur le territoire. Souvent déclinées sous forme d'outils cartographiques, elles localisent les gisements et les sites d'exploitation à partir d'une lecture géologique ou du couvert végétal.
Ces données dépassent le champ de l'architecture et de la construction. Il est donc nécessaire d'analyser et d'extraire les informations utiles. Elles sont un point de départ important pour analyser la disponibilité de ces ressources en regard du projet de Montjustin.

RESSOURCES & SAVOIR-FAIRE DES 100KM



LEGENDE RESSOURCES & SAVOIR-FAIRE

Montjustin

Périmètre des 100 km

EXPERTS & CONSEILLES

Organismes fédérateurs

Organismes des bâtisseurs

Organismes ressources & productions

Organismes recherche & développement

ARTISANS & FOURNISSEURS

PIERRE

Pierre de taille

Pierre d'enrochement

Artisans

GRANULATS

Chaux

Granulats & béton de ciment

Gypse

TERRE

BTC

Carrière d'argile

Enduit

Tuilerie

BOIS

Scierie

Artisan et bureau d'étude bois

FIBRES VEGETALES

Balle de riz

Balle de petit epeautre

Botte de paille

Chanvre

Lavande

Liège

METAUX

Acier

Aluminium

CONTEXTE

Departement

Espace urbanisé

Surface hydrographique

LA MATIÈRE ET SES ACTEURS

INVENTAIRE DES MATÉRIAUX LOCAUX

Pierre de taille		Pierre sèche	
Cèdre	Pin		Cypres
		Terre crue	
Terre cuite		Chaux	
	Agregat calcaire		Sable
Balles de riz		Llège	Paille

INVENTAIRE DES MATÉRIAUX LOCAUX

DIVERSIFIER LES RENCONTRES

L'étude trouve sa richesse dans la diversité des rencontres réalisées lors de l'exploration de cette région. Cette approche permet de comprendre les ressources et les savoir-faire selon différents points de vue. Les 18 entretiens réalisés peuvent être répartis en deux grandes catégories : **les organismes et les artisans.**

Les organismes rencontrés sont multiples :

- Organismes fédérateurs
- Associations de promotion des matériaux
- Organismes publics
- Lieux de recherche et d'expérimentation

Les secteurs des artisans rencontrés peuvent être déclinés selon les niveaux de vie d'une ressource, de son extraction à sa mise en œuvre. Les entretiens comprennent :

- Des producteurs
- Des fournisseurs
- Des constructeurs

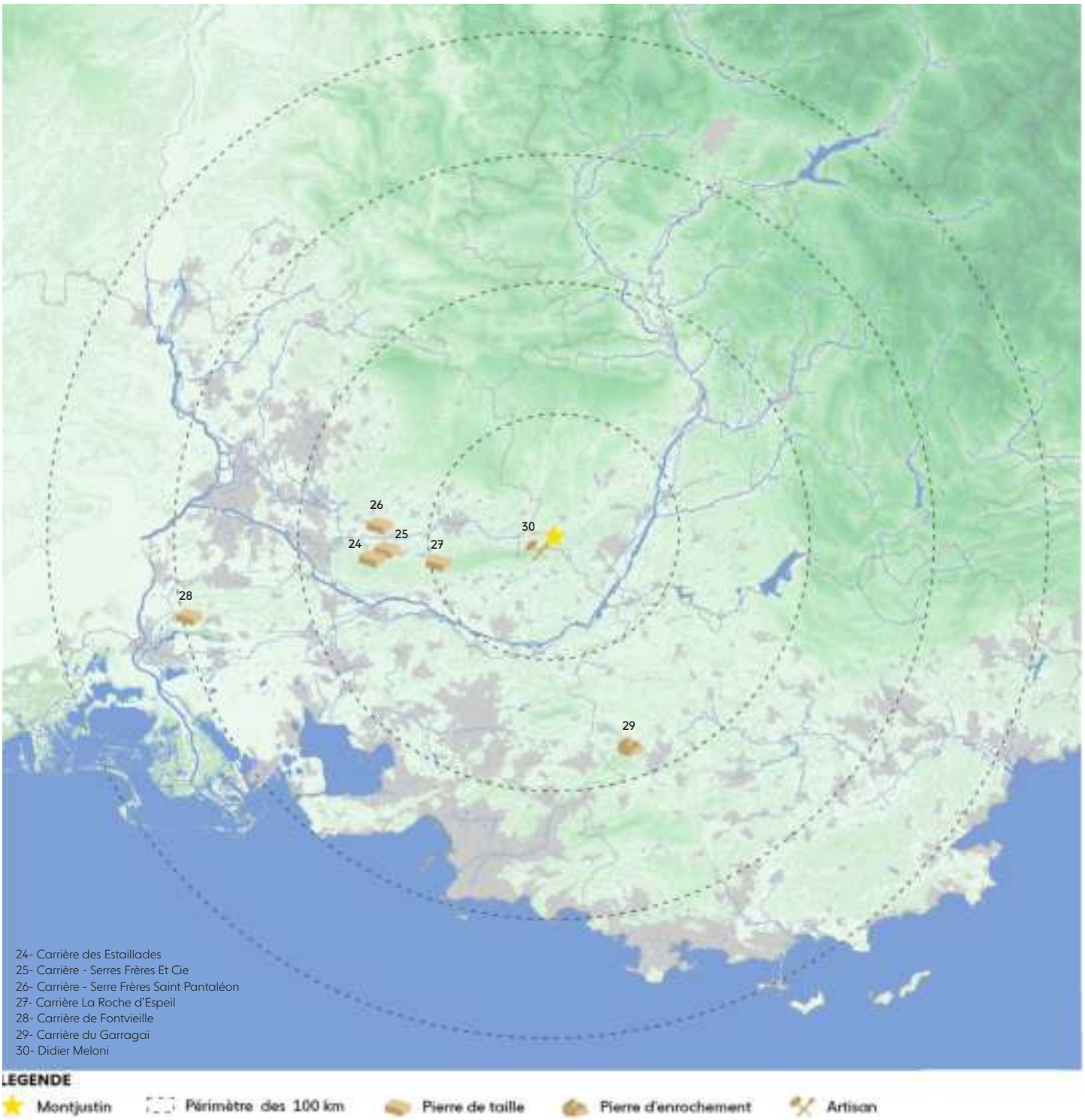
Les postures sont variées, et différents sujets sont énoncés selon les secteurs des intervenants. Les fiches matériaux développées retranscrivent cette hétérogénéité, et des spécificités sur les ressources émergent en fonction des entretiens réalisés. Les écrits qui suivent sont enrichis et complétés par des recherches théoriques.

LA PRISE DE CONTACT

Les réponses et les rendez-vous planifiés furent majoritaires proportionnellement au nombre de professionnels contactés. La mise en relation fut facilitée par l'enthousiasme des intervenants à venir parler de leur travail. En particulier, les filières émergentes étaient enthousiastes à l'idée de présenter leur pratique et de promouvoir leur matériau et sa mise en œuvre. Cette motivation ne s'est pas retrouvée chez tous, notamment les entreprises industrielles. Un effort supplémentaire était nécessaire pour obtenir un rendez-vous, et dans certains cas cela n'a pas abouti.

Au sein de ces deux milieux, 17 rencontres ont été réalisées avec des acteurs implantés à une échelle uniquement locale. Cette tendance renforce la volonté de promouvoir une architecture locale et le développement d'un maillage biorégional avec des acteurs impliqués et motivés dans l'évolution du secteur de la construction.

28- Carrière de Fontvieille



RENCONTRE AVEC

28- LES CARRIÈRES DE PROVENCES
Fournisseurs de pierre de tailles
Lieu : Carrière de Fontvieille
Route de Maussane, 13990
Distance : 70 km

30- DIDIER MELONI
Maçon du village de Montjustin
Lieu : Village de Montjustin
Distance : 0 km

13- La FFPPS
Fédération française des professionnels de la pierre sèche
Lieu : Rue de la Riclaine - 71240 Nanton

LA PIERRE

RENCONTRE AVEC LES CARRIERES DE PROVENCE

LA PIERRE DE TAILLE

Carière de Provence

RENCONTRE AVEC LES CARRIERES DE PROVENCE

LA PIERRE DE TAILLE

DESCRIPTION

La pierre que l'on extrait dans nos régions est un matériau naturel, il s'agit de la matière que l'on retrouve traditionnellement dans la construction régionale. Ses caractéristiques en font un matériau qui répond extrêmement bien aux contraintes climatiques de la région, et cela se traduit également par une forte disponibilité.

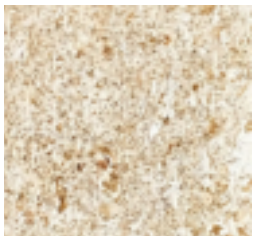
QUALITÉS

Matériau naturel et sain : aucun produit chimique n'est utilisé pour sa fabrication et sa mise en œuvre.
Matériau pérenne : bonnes qualités de vieillissement, faible coût d'entretien, matériau robuste et réparable.
Isolation thermique et confort d'été : inertie et déphasage thermique très importants.
Isolation phonique : excellente isolation des bruits extérieurs.
Propreté des chantiers : très peu de nuisances, aucun déchet résiduel.

À SAVOIR

- **Pour des contraintes sismiques**, il peut être nécessaire d'effectuer des chaînages. Il faut alors prévoir des carottages dans lesquels du béton est coulé.
- **Le prix** varie en fonction de la forme, des dimensions et surtout du transport depuis la carrière.
- **La résistance au gel** peut être une faiblesse. Il est préconisé d'avoir un soubassement pour la déconnecter du sol.
- Matériau qui puise dans des ressources présentes en très grande quantité mais pas renouvelable à proprement parler

Pour **limiter les chutes**, les carrières de Provence proposent des matériaux de second rang :
La pierre à bâtir, qui est de la pierre en vrac, dont l'utilisation peut être similaire à de la pierre sèche. Le coût relativement faible est contrebalancé par une mise en œuvre complexe, chaque bloc doit être retaillé. L'intérêt peut se trouver dans des processus d'autoconstruction. **La pierre à bâtir éclatée** est un dérivé qui se compose d'une face plane. Sa pose est plus facile, et il peut être une alternative équilibrée.



PIERRE DE TAILLE	PIERRE DU PONT-DU-GARD	PIERRE DEFONTVIEILLE	PIERRE DES ESTAILLADES
Couleur dominante	*Jaune paille*	*Blanc à reflets blonds*	*Blanc*
Aspect dominant	*Compact à gros grains*	*Compact à grains moyen à fins*	*Compact à grains fins*
Masse Vol. (kg/m3)	*1950*	*2030 à 2070*	*1910 à 1990*
Porosité	*28 %*	*23,1 à 24,6 %*	*26,3 à 29,3 %*
Résistance à la flexion (MPa)	*2,8*	*4,9 à 5,6*	*3,3 à 5,3*
Compression (MPA)	*10*	*9*	*13,8*
Conductivité thermique (m.K)	*1,4*	*1,7*	*1,4*
Déphasage thermique (h)	*Jusqu'à 10-12*		
Energie grise (kWh/m³)	*fabrication à faible consommation énergétique mais varie selon le transport*		
Prix bloc 6 faces	*420 à 450 €/m³ (sans transport)*		
Prix pierre à batir	*Environ 90€/tonne (sans transport)*		

Source : Carrière de Provence

RENCONTRE AVEC LES CARRIERES DE PROVENCE
LA PIERRE DE TAILLE

RAPPORT SUR L'EXTRACTION ET LA PRODUCTION

Il existe deux types d'extraction dans la région :
- Les carrières à ciel ouvert.
- Les carrières souterraines.

Les carrières de Provence sont spécialisées dans les carrières à ciel ouvert. La pierre est généralement extraite puis taillée au même endroit, ce qui est très intéressant en termes d'énergie grise.
L'extraction en souterrain est plus complexe et entraîne un coût plus élevé de la matière. Ces produits sont généralement utilisés pour des applications non-structurelles.

La carrière produit ses blocs de deux façons :
Sciage au diamant et à l'eau : un circuit fermé permet de limiter l'utilisation de l'eau.
Technique sèche : ils développent ce système de découpe afin de répondre à l'épuisement des nappes phréatiques.
La pierre massive se présente en blocs massifs pouvant atteindre 2 m x 1 m avec une épaisseur de 30 à 60 cm. Les blocs sont sciés sur les 6 faces. Sauf indication contraire, les pierres sont généralement vendues "brut de sciage".

Pierre à batir récupérée des découpes des blocs

TRANSPORT ET STOCKAGE

Un semi-remorque peut transporter environ 12,5 m^3, ce qui correspond à environ 39 m^2 (32 cm d'épaisseur). Il est important de s'assurer de l'accessibilité du chantier.
Il est également important d'avoir une aire de stockage plane afin d'éviter d'éventuels dommages sur les blocs. Le contexte géographique du projet de Montjustin pourrait orienter le choix de la pierre vers **la carrière d'Estaillade** afin de limiter la distance.

Machine à Grand Disque de Sciage Diamanté

MISE EN ŒUVRE

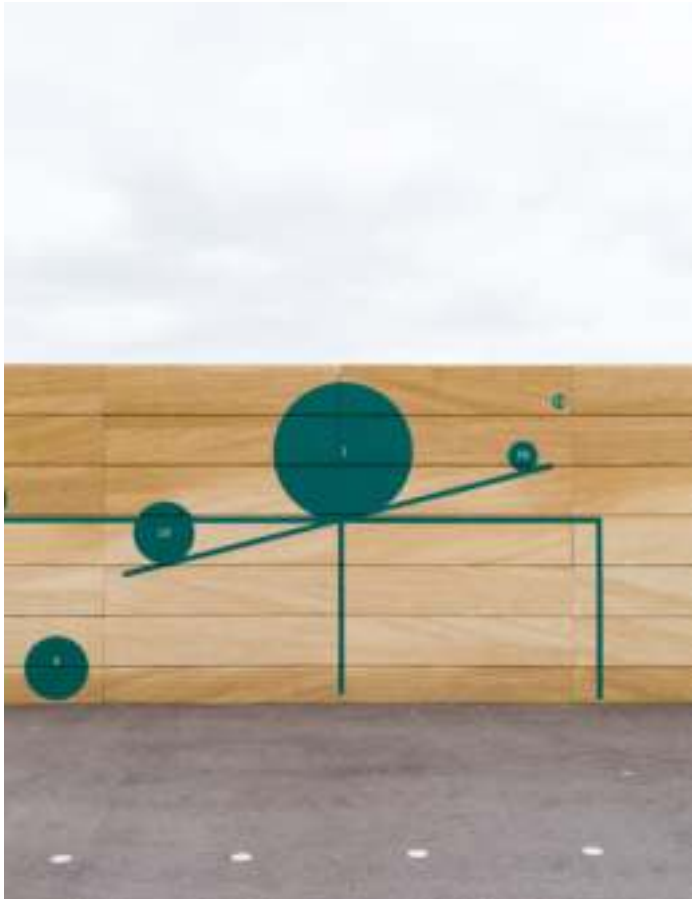
Généralement, le matériel sur le chantier se compose de :

- Un appareil de levage pour monter les pierres.
- Une pince de manutention adaptée au poids et à l'épaisseur.

Une équipe de pose se compose généralement de trois personnes afin d'accomplir les trois tâches principales :
- Approvisionnement.
- Levage.
- Guidage.

Le temps de pose est relativement rapide, un bon poseur peut poser environ 20 m^2 par jour avec un petit engin de levage.

Espace public, Plan d'Aou pose des pierre de taille - Concorde



Espace public, Plan d'Aou - Concorde

CALEPINAGE

Il est important d'être en adéquation entre le format des blocs des carrières et les dimensions des pierres du bâtiment afin de limiter les déchets et, par conséquent, les coûts. Le dessin de calepinage doit être élaboré en collaboration avec les bureaux d'études et la carrière.
Les carrières de Provence estiment que **le meilleur module** serait de **200x32x70 cm**.
Il faut prévoir environ 30 % de chutes avec des modules standard. Cette perte peut atteindre jusqu'à 60 % si elle est mal conçue en amont.

Malgré les solutions de recyclage proposées par les carriéristes pour lutter contre les déchets, ces chiffres témoignent de la nécessité d'une réflexion précautionneuse de la part de la maîtrise d'œuvre concernant cette matière.

Espace public, Plan d'Aou - Concorde

FINITION

Les dégâts occasionnés par le transport et la pose sont courants. La pierre se répare facilement et l'aspect final ne sera obtenu qu'après la réparation et le jointoiement des blocs. La phase de chantier n'est donc pas représentative de l'aspect final.
La pierre est sujette aux traces de pluie, de pollution, etc. Afin de lutter contre cela, il est conseillé de prévoir des systèmes de protection de la façade, tels qu'un débord de toiture ou tout autre élément architectonique qui pourrait y répondre.

LA PIERRE SÈCHE
SAVOIR-FAIRE ANCESTRAL

La maison de pierres , Tavole, Italie, 1982-1988 - Herzog & Demeuron

LA PIERRE SÈCHE
SAVOIR-FAIRE ANCESTRAL

Mur et escalier en pierre sèche

Mur en pierre à bâtir

DESCRIPTION

Ce procédé de mise en œuvre consiste à composer un ouvrage à l'aide de moellons de pierres brutes ou ébauchées, sans l'utilisation de mortier, de liant ou d'autres composants. Ce matériau géosourcé n'a subi aucune modification, il est 100 % naturel, durable et réutilisable.

La spécificité de la mise en œuvre, en fonction du territoire, de la matière et du contexte de construction, rend impossible l'industrialisation de cette pratique.

HISTOIRE

Ce savoir-faire ancestral a été expérimenté à travers le monde. Il se décline sous diverses formes en fonction des ressources locales disponibles. La pose de pierres sèches est issue d'une culture populaire pratiquée par les plus pauvres, dont les ressources ne permettaient pas de s'offrir de la chaux ou un autre liant.

Au cours du XXe siècle, cette pratique a disparu avec l'apparition du béton. Un regain d'intérêt est apparu dans les années 80, permettant de faire perdurer le métier de murailler. Aujourd'hui, ce métier est reconnu au patrimoine culturel immatériel. La préciosité de ce savoir en fait un procédé de luxe dans le secteur du bâtiment.

APPROVISIONNEMENT

La FFPPS (Fédération Française de Pose de Pierres Sèches) conseille de contacter des muraillers afin d'être orienté vers les carrières et/ou les fournisseurs locaux en mesure de répondre aux besoins du projet.

Le réemploi peut être une possibilité dans cette recherche de matériau. Des organismes tels que Raediviva permettent de mettre en contact avec des revendeurs de la région.

MISE EN ŒUVRE

Au fil des époques, ces techniques se sont affinées de manière empirique. Il est dans l'intérêt de ce métier de collaborer avec la technologie actuelle. Le président de la FFPPS insiste sur l'importance de travailler avec des bureaux d'études géotechniques.

Aujourd'hui, son usage est destiné aux éléments accessoires du bâtiment :

- Soutènement
- Soubassement
- Élément paysager

Son application nécessite un savoir-faire qui ne s'invente pas, malgré l'image que l'on pourrait en avoir.

LA PIERRE DE MONTJUSTIN

1ERE RESSOURCE LOCALE

Herse située en contrebas du village, elle appartient à un habitant de Montjustin

Atelier de Hubert Marcelly - Mur en pierre massive réalisé avec les pierres du village
« Pour faire un mur en pierre massive il est important de varier les types de pierre»
D.Meloni

Atelier de Hubert Marcelly

L'atelier est construit sur un rocher. La roche démolie a servi pour la façade en pierre sèche

LA PIERRE DU VILLAGE

Le village est situé sur une colline, qui se compose de deux types de roches : une pierre plus fine (du type de celle que l'on retrouve sur les bories) et une pierre plus dense offrant des volumes plus importants et plus facilement exploitables. L'excavation de terre pour une construction pourrait permettre de récupérer ces roches, mais malheureusement, sur la parcelle du projet, nous sommes sur le rocher aux pierres plus fines.

La présence de la pierre apparente semble inévitable. La question principale est de savoir dans quelle mesure elle doit être présente, sous quelle forme et à quel endroit. Dans le village de Montjustin, la majeure partie des murs sont construits en pierre massive apparente.

Le village est équipé pour mettre en oeuvre cette pierre. Sous le château de Montjustin, à côté d'un champ, se trouve une herse servant à trier la pierre. Ā côté, un stock de pierres appartenant à un autre habitant du village est exploité. Didier Meloni, artisan du village, s'est servi de ce stock pour réaliser l'atelier d'Hubert Marcelly, artiste sculpteur vivant dans le village de Montjustin.
Il pourrait avoir la possibilité d'en acheter pour le projet. Le prix de ces pierres est d'environ 80€ la tonne. La matière première n'est pas excessivement chère, c'est sa mise en œuvre et la main d'œuvre qu'elle nécessite qui entraine la principale variable de coût.

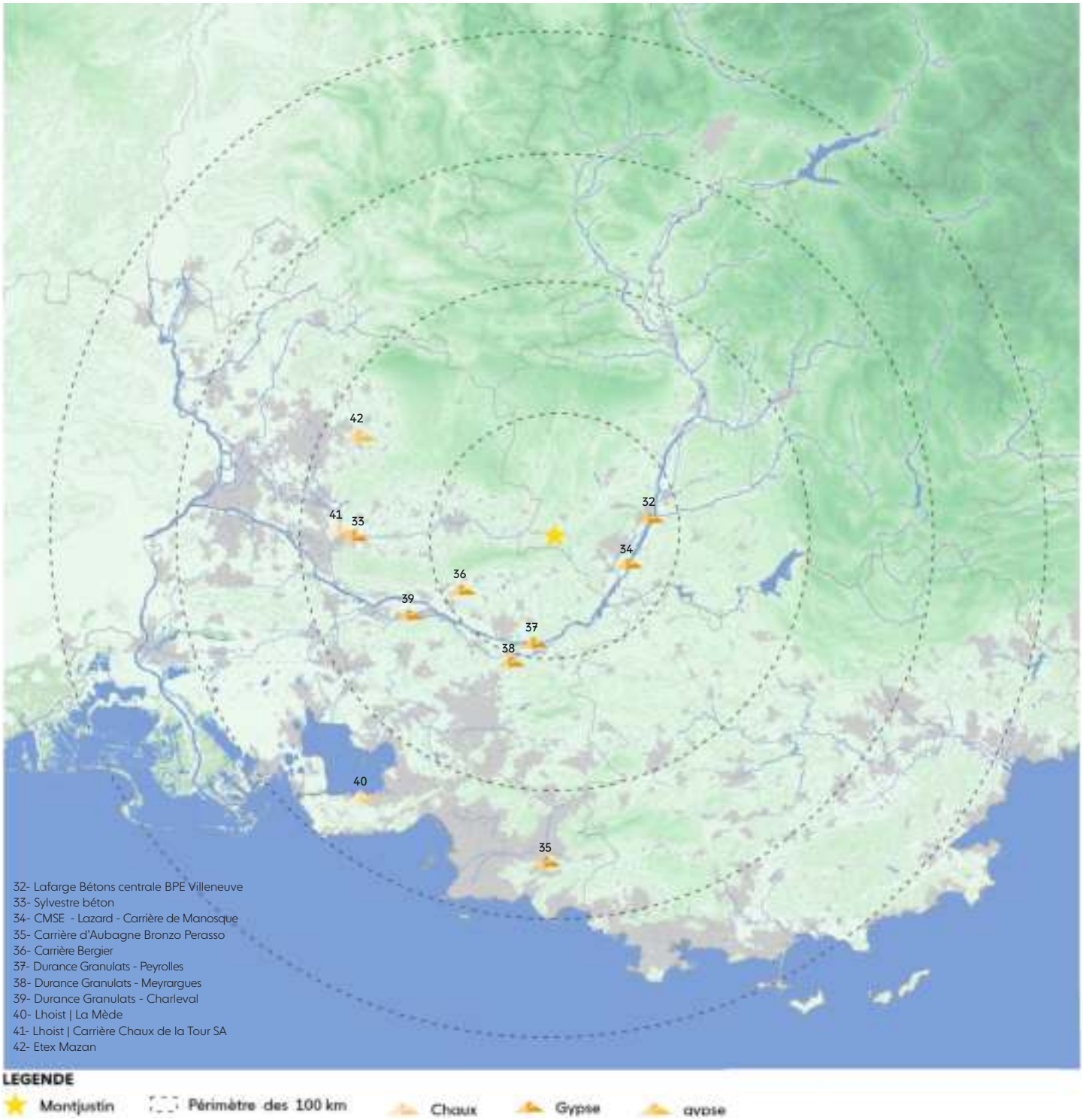
RENCONTRE AVEC DIDIER MELONI : MAÇON DU VILLAGE

En ce mois de mai, Didier Meloni termine l'atelier de Hubert Marcelly. L'atelier se compose d'un squelette en béton apparent. La pierre de façade est en moellons de taille variable, une partie est extraite sur site (roche extraite pour réaliser les fondations) , tandis qu'une autre provient des diverses endroits aux alentours, et majoritairement de la pierre réutilisée d'ancienne constructions. Ce mur de parement mesure 25 cm, son aspect extérieur reflète une réelle massivité, et cette épaisseur offre un confort intérieur grâce à la bonne inertie thermique de la pierre.

Didier Meloni nous explique que pour réaliser un bon mur en pierre massive, il est important de diversifier les provenances de la pierre. Il faut utiliser à la fois des pierres dures et denses, ainsi que des pierres de carrière semi-dures (tendres) du style Estaillade, qui doivent présenter des tons clairs tels que le blanc ou le beige. Ces recommandations répondent au style architectural du village de Montjustin. Pour ce projet, ils ont choisi des joints avec coulure pour obtenir un aspect assez brut.

La pierre est précieuse dans la région. Chaque propriétaire de terres protège ses pierres et les conserve comme une denrée rare. Il existe une véritable culture de la pierre et une connaissance de sa valeur.

35- Carrière d'Aubagne



RENCONTRE AVEC

35- BRONZO PERASSO
Fournisseurs de Granulats et de béton
Lieu : Carrière d'aubagne
Vallon De L'Escargot, 2730 Rte de la Ciotat,
13400 Aubagne
Distance : 70 km

41- CARRIÈRE CHAUX DE LA TOUR, LHOIST
Carrière de chaux
Lieu : Rte Apt 1990 Bis
route Avignon 84440 Robion
Distance : 40 km

LES GRANULATS

Zone de stockage et départ des camions de la carrière d'Aubagne

Nom	Indices	Valeurs
Fillers	0/D	D < 2 mm
Sablons	0/D	D ≤ 1 mm
Sables	0/D	0 ≤ D ≤4 mm
Graves	0/D	6,3 ≤ D ≤ 80 mm
Gravillons	d/D	d ≥ 2 mm et 63 mm ≤ D
Ballasts	d/D	d ≥ 31,5 mm et 63 mm ≤ D

DESCRIPTION

Les granulats sont des ensembles de minéraux inertes de faible dimension, compris entre 0 et 80 mm. Ils sont destinés à la confection de mortiers, de bétons, de couches de fondations et de roulements pour les chaussées et les voies ferrées. **Il s'agit de la troisième ressource la plus consommée dans le monde, après l'air et l'eau.**
Les granulats sont classés selon différents critères, principalement la granularité, la masse volumique, l'origine et le mode de préparation. Ils représentent entre 70 et 80 % du poids du béton. Il existe 6 familles classées en fonction de leur classe granulaire : d/D, où **d** est le diamètre minimum et **D** le diamètre maximum. Cette classification permet d'obtenir différents usages et d'adapter les dosages du béton en fonction des caractéristiques du matériau.

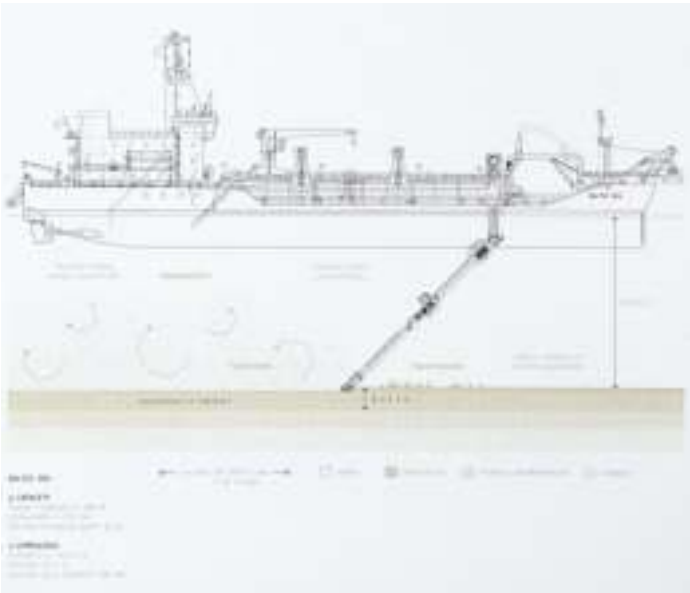
TYPES DE GRANULATS

Cette ressource peut être classée en trois catégories :
Les granulats naturels : provenant de gisements.
Les granulats recyclés : obtenus par le recyclage du béton issu de la démolition.
Les granulats artificiels : résultant d'un procédé industriel.

Les granulats naturels se divisent en deux catégories :

Les granulats alluvionnaires, également appelés granulats roulés. Leur forme arrondie est due à l'érosion. Ces minéraux sont extraits des cours d'eau et de leurs abords, ou encore des fonds marins, généralement par dragage ou curage des fonds.

Les granulats de roches massives. Leur forme angulaire résulte du processus d'extraction par abattage et concassage. Ils sont généralement extraits des carrières à ciel ouvert.
Ces deux catégories sont surexploitées à travers le monde et en **France, où 321 millions de tonnes/an sont extraites selon les données de l'UNICEM.**



Extrait de Atlas of Overexploited Territories - Baltic Sea

SUREXPLOITATION

Aujourd'hui, les deux tiers des constructions mondiales sont en béton armé. Le système mondial s'est développé de telle manière que ce matériau est omniprésent dans la construction. Les infrastructures économiques et productives, autrement dit le tissu entrepreneurial, sont équipées et formées pour mettre en œuvre principalement du béton. Ce matériau se définit par sa robustesse et la pérennité qu'il confère aux constructions, le tout à un prix très compétitif. Cependant, l'extraction intensive des matériaux nécessaires à sa fabrication a des impacts environnementaux négatifs.
Le dragage des cours d'eau peut entraîner une augmentation des crues, modifier les débits d'eau et fragiliser, voire faire disparaître, les rivages.
Le dragage des fonds marins altère ces paysages jusqu'à les transformer en déserts, entraînant une perte de biodiversité.
L'extraction dans les carrières à ciel ouvert dénature les paysages et peut avoir un impact sur leur environnement proche.
Ce matériau est un atout dans la construction, mais aujourd'hui, il est important d'en faire un usage plus raisonné.

RENCONTRE AVEC BRONZO PERASSO
LES GRANULATS

Vue surplombant la carriere d'Aubagne

Silo de stockage de la carrière d'Aubagne

Vue des terrasements de la carrière d'Aubagne

Terrassements revégétalisés de la carrière d'Aubagne

EXTRACTION DE GRANULATS EN PACA

L'extraction de granulats dans la région se limite aux carrières à ciel ouvert et aux cours d'eau. Il n'y a pas d'extraction de granulats dans les fonds marins en Méditerranée, à l'exception d'une extraction ponctuelle de sable pour remblayer les plages.
Les carrières à ciel ouvert sont fortement présentes dans la région. La drague des cours d'eau est dans sa grande majorité située dans le lit de la Durance.
Le maillage des carrières et des centrales à béton est si développé dans la région que, généralement, les matériaux livrés proviennent d'un rayon de 30 à 50 km, selon les propos de Bronzo Perasso.

CARRIÈRES D'AUBAGNE

L'histoire de la carrière d'Aubagne débute dans les années 1930. Elle s'est transmise sur 4 générations. Son exploitation est prévue jusqu'en 2039, mais selon les propriétaires et leurs projections, il est possible de l'exploiter pendant encore 100 ans. Cela reviendrait à une durée d'exploitation d'un peu moins de 200 ans. Le site d'Aubagne regroupe trois activités : extraction de granulats, centrales à béton, plateforme de recyclage et accueil des déblais inertes.

EXTRACTION ET PRODUCTION

Les carrières sont conçues de manière à maximiser l'extraction de matière. Les exploitants se basent sur le niveau le plus bas autorisé par la réglementation pour dessiner la carrière.
Les sites évoluent par strates de 15 m de hauteur maximum et 10 m de profondeur.
Des explosifs abattent les parois, la roche tombée est déplacée à l'aide de pelles et de camions vers des machines de concassage et de criblage. La roche est ensuite stockée dans des silos.
Les carrières ou parties de carrières qui ne sont plus exploitées sont souvent utilisées pour le stockage et le recyclage des déchets. Certains de ces déchets sont ensuite concassés et reconditionnés pour en faire des nouveaux granulats. Une plateforme de stockage et de reconditionnement est présente sur la carrière d'Aubagne.

RÉGLEMENTATION

Aujourd'hui, l'ouverture d'une nouvelle carrière semble extrêmement compliquée et les dossiers de renouvellement d'exploitation sont complexes afin de limiter les dégâts sur le paysage et l'environnement.
Une attention particulière est demandée pour réduire les nuisances sonores, visuelles et les émissions de COV (composés organiques volatiles).
Le soulèvement de poussière nécessite d'arroser régulièrement les sites d'extraction. Ce procédé étant fortement consommateur d'eau, les carrières et notamment bronzo perasso, construisent des installations pour la récupération et la réutilisation des eaux de pluie.
La carrière travaille avec des écologues afin de contrôler la faune et la flore en périphérie de la carrière et de veiller à leur préservation.
Le futur paysage de cette carrière doit être anticipé, et le propriétaire doit s'assurer de replanter chaque zone qui n'est plus exploitée. Au fil des années, ces strates sont réinvesties par la végétation.

LE BÉTON ARMÉ
LES GRANULATS

LE BÉTON ARMÉ

Ce matériau, bien qu'inventé au XIXe siècle, est une des révolutions majeures définissant la construction du XXe siècle.
Le béton armé est un matériau composite formé de béton de ciment et d'acier. L'acier prend en charge les efforts de traction tandis que le béton supporte les efforts de compression.
Il offre des propriétés qui ont définies une grande partie de l'écriture architecturale et morphologique des villes contemporaines.

LE BÉTON BAS CARBONE

Le béton bas carbone se distingue par des caractéristiques équivalentes à celles du béton traditionnel, tout en réduisant ses émissions de gaz à effet de serre.

La modification des composants qui le constituent et l'évolution de sa recette permettent d'obtenir ce matériau. Des ciments à empreinte carbone réduite sont ainsi développés, caractérisés par une diminution de la quantité de ciment et l'ajout d'argile calcinée, de laitier et/ou de cendres volantes. De plus, le béton bas carbone peut être formulé en substituant partiellement le ciment par des additions.
Il est également possible d'employer des granulats recyclés provenant de la déconstruction. Toutefois, l'utilisation de granulats recyclés peut réduire la résistance du béton, ce qui nécessite une augmentation des quantités de ciment pour rééquilibrer la formule.
Ces substitutions d'éléments peuvent offrir une réduction de l'empreinte carbone du béton pouvant atteindre jusqu'à 70%.

Palazzo del Lavoro - Gio Ponti & Pier Luigi Nervi

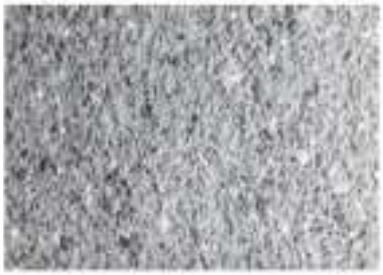
MISE EN OEUVRE

Le coffrage confère la forme définitive au béton. Il peut être réalisé soit sur le chantier, coulé sur place, soit en usine, ce que l'on appelle le béton préfabriqué.
Le matériau utilisé pour réaliser le coffrage est déterminant pour la forme et la finition du béton. Le bois et l'acier sont généralement utilisés, mais il est possible d'utiliser de nombreux autres matériaux tels que la tôle, le verre, la terre, etc. Il est important de s'assurer de la résistance du coffrage face à la pression du béton. La réalisation de cette structure peut s'avérer être un véritable travail de charpentier.
Le coulage et le compactage sont des étapes décisives pour obtenir des surfaces apparentes de bonne qualité. Il est important de garantir l'homogénéité du béton en le compactant uniformément.
Il est important de s'assurer de l'évacuation de l'air présent dans le mélange, d'avoir une répartition homogène et de veiller à ce que les armatures soient correctement enrobées.

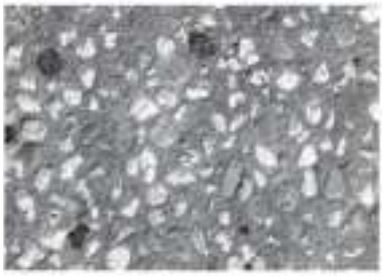
Photo du chantier de locaux techniques et bureaux pour Enedis à Besançon Concorde

Coffrage à planches horizontales

Coffrage à planches horizontales



Béton piqué



Béton sablé

Béton lavé

Coffrage à panneaux verticaux revêtus de laque à base de résine synthétiques

Source : Construire l'architecture, Andrea Deplazes

COMPOSITION

Le béton de ciment : En général, un béton "normal" est produit en mélangeant du ciment, de l'eau et des granulats (sable et graviers). Les proportions du béton varient en fonction du type de ressources utilisées et des propriétés souhaitées pour sa mise en œuvre.
Ā titre d'information, le ciment est un liant hydraulique, c'est-à-dire une substance capable de durcir à l'air ou sous l'eau lorsqu'elle est mélangée à l'eau de gâchage.

Le ciment de Portland (terme générique désignant le ciment hydraulique courant) est produit à partir de matières premières telles que le calcaire et la marne ou l'argile. Le concassage, le mélange et la réduction de ces matériaux selon des dosages précis permettent d'obtenir une farine crue. La matière est ensuite cuite à très haute température (environ 1450 °C) pour se transformer en clinker. Des additifs sont ensuite ajoutés aux clinkers pour conférer les caractéristiques du ciment, qui est finalement broyé en poudre pour être prêt à l'emploi.

Les adjuvants sont des substances diluées ou dispersées dans l'eau afin d'influencer certaines propriétés du béton :

- Ouvrabilité du béton, augmentation de la résistance et de la compacité du béton.
- Stabilisateurs : offre une homogénéité au béton, ils sont utiles pour des bétons apparents.
- Accélérateur ou retardateurs influent sur la prise du béton.
- Entraineur d'air : accrois la résistance au gel.
- Etc...

Les additions sont des poudres minérales fines qui peuvent également améliorer les propriétés du béton.

Les armatures sont des éléments métalliques, elles ne proviennnent pas des carrières leur provenance et leur empreinte carbone qu'elles génèrent est difficilement maitrisable.
Elles sont dimensionnées en fonction d'une analyse structurelle qui doit être réalisée avec minutie. L'enrobage des armatures est un élément clé dans la réalisation du béton armé. La principale cause de dommages du béton survient en raison d'un enrobage insuffisant des armatures.

Couleur dominante	*Les multiples recettes de béton et le dimensionnement du ferraillage en font un matériau aux fiches techniques très variés.*
Aspect dominant	
Masse Vol. (kg/m3)	
Porosité	
Résistance à la flexion (MPa)	
Compression (MPA)	
Conductivité thermique (m.K)	
Déphasage thermique (h)	
Prix	
Energie grise (kWh/m^3)	*500 : Grande consommation*

LA CHAUX
LES GRANULATS

HISTOIRE

Il est difficile de dater précisément l'apparition de la chaux, mais des traces ont été retrouvées durant le Paléolithique supérieur.
En -14000 av. J.-C., des fondations en Turquie ont été réalisées à base de chaux.
En -7500 av. J.-C., dans l'actuelle Jordanie, des enduits à base de chaux recouvraient les murs, les sols et les foyers des maisons.
Durant la période greco-romaine, la chaux est perfectionnée de nouveaux procédés apparaissent : badigeons, stuc, fresques,...
Entre le XIIe et le XIXe siècle, la chaux était utilisée dans toute l'Europe comme enduit et peinture décorative.
Le ciment a progressivement remplacé la chaux à partir des années 1940.

Fresques scénographiques du Hall du Siège des Augustaux d'Herculanum, cette ville italienne connue le même sort que Pompeï en l'an 79

DESCRIPTION

La chaux est créée à partir du carbonate de calcium, une ressource provenant de coraux, de coquillages, d'algues, etc. Ces éléments se sont déposés en tant que sédiments, puis ils se sont agglomérés aux cours du temps pour former la roche calcaire. Cette roche est présente en abondance partout sur terre. Différentes transformations sont nécessaires pour obtenir la chaux utilisée dans la construction.

La chaux vive est obtenue par calcination à des températures comprises entre 800 et 1 000 °C.
Elle est principalement utilisée en agriculture. Dans le domaine de la construction, elle peut être utilisée dans des zones humides pour stabiliser ou déshydrater les sols avant les fondations.

La chaux aérienne/hydratée/éteinte provient de roches calcaires dures et relativement pures. L'hydratation de la chaux vive crée la chaux aérienne.
Ce produit durcit au contact du CO_2 présent dans l'air, ce phénomène est appelé "carbonatation". La pureté de ce dernier offre une finition d'un blanc éclatant. En mélangeant ce matériau avec de l'eau, on obtient du lait de chaux.

La chaux hydraulique se différencie par sa concentration en argile (10-20%) plus importante. Elle provient de calcaires siliceux. Elle durcit au contact de l'eau. Ce matériau résiste à la chaleur et à l'humidité et possède une meilleure résistance mécanique. Elle est préconisée pour des enduits épais ou pour une application extérieure. Sa composition plus complexe offre une couleur variant du gris au brun.

Visite de la carrière des Chaux de la Tours - Lhoist

Visite de la carrière des Chaux de la Tours - Lhoist

QUALITÉS

Matériau aux propriétés isolantes : l'enduit de chaux agit comme isolant thermique, il peut être associé au chanvre pour améliorer ses propriétés thermiques.
Matériau respirant : permet à la paroi de respirer et agit comme régulateur d'humidité.
Bactéricide et antiseptique : elle empêche la prolifération de moisissures et ne contient pas de COV.
Ignifuge : les deux variétés résistent au feu, et la chaux aérienne encore plus.

ENDUIT CHAUX-CHANVRE 4-6CM

Masse Vol. (kg/m3)	*250 à 800*
Conductivité thermique (W/(m.K))	*0,056 à 0,09*
Capacité thermique massive (c) (J/(kg.K))	*1500 à 1700*
Classement au feu	*B*
Facteur de résistance à la vapeur d'eau	*10 à 13*
Energie grise (kWh/m^3)	*450 : moyen*
Prix	-

Source provenant de l'ARPE Normandie

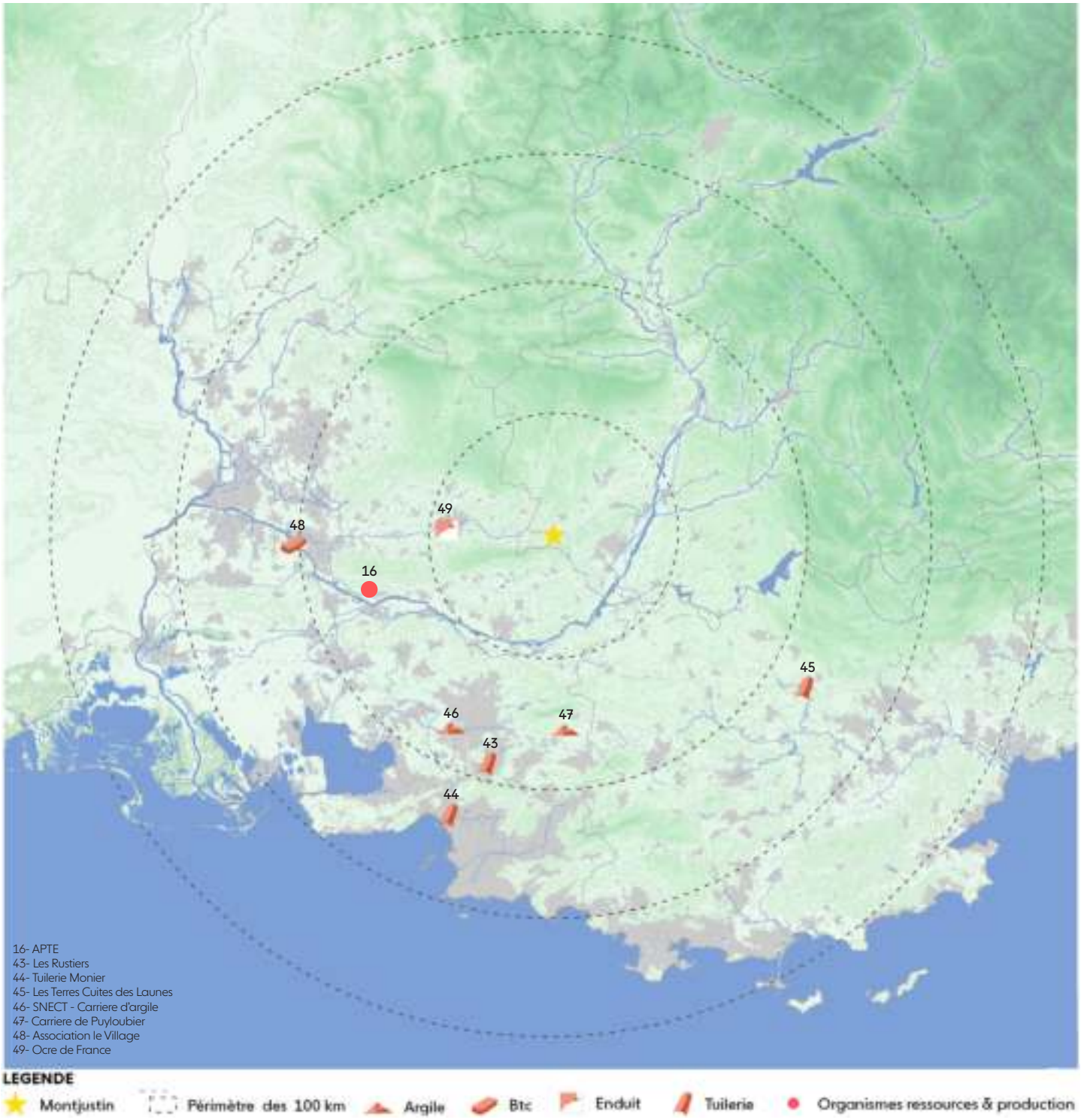
Finition enduit chaux-chanvre

DÉCLINAISON DES TYPES D'UTILISATIONS

La chaux aérienne est préconisée en intérieur pour :
les enduits sur isolant
les enduits de finition : elle est employée pour réaliser des stucs et des badigeons.
les peintures

La chaux hydraulique peut être utilisée pour :
les mortiers
la maçonnerie et le rejointoiement, en particulier des pierres
les enduits isolants et protecteurs, en ajoutant une fibre telle que le chanvre. Il a la propriété d'être étanche et de permettre à la paroi de respirer.

Les enduits à la chaux comprennent trois composants :
- Le liant : la chaux.
- Les charges : agrégats minéraux et organiques.
- Les adjuvants.



RENCONTRE AVEC

48- ASSOCIATION LE VILLAGE
Fournisseur d'éco-matériaux :
BTC, Enduits, Adobe, Mortier d'argile,..
16- APTE
L'Association pour la Promotion des Techniques Ecologiques
Expérimentation, formation et chantier participatif

Lieu : Mas de la Baronne,
BP10056, 84300 Cavaillon
Distance : 50 km

LA TERRE

LA TERRE CRUE
MATIÈRE OUBLIÉE

DESCRIPTION

La terre est un matériau neutre en carbone, ne nécessitant pas de processus énergivores ou de processus impliquant une combustion fossile. Sa nature en fait **un matériau biodégradable et réutilisable.**
Dans cette logique responsable, **la terre est généralement extraite dans un périmètre proche du projet ou directement sur site.** Cette spécificité en fait un matériau qui dialogue avec son environnement. La couleur de la terre varie d'une région à l'autre, tout comme sa composition, ce qui crée de légères variations dans sa caractérisation. L'argile est le composant principal de la terre utile, servant de liant pour agglomérer les autres matériaux. Il existe de nombreuses manières de travailler la terre, et ces techniques se sont développées tout au long de notre civilisation aux quatre coins de la planète.

Logements sociaux en pisé - Gilles Perraudin

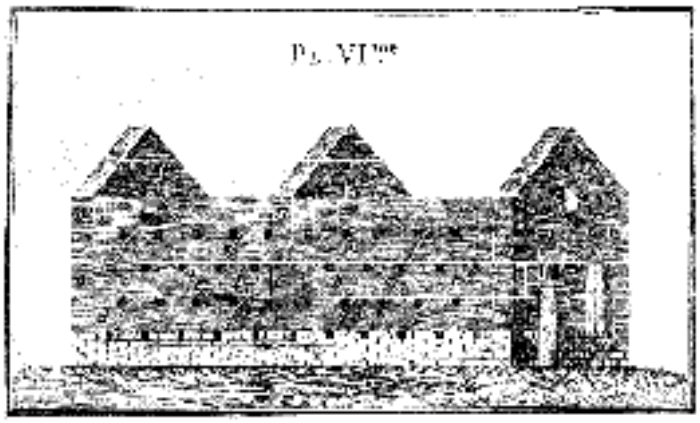
HISTOIRE

La découverte de ce matériau par son histoire permet de rendre compte de la richesse qu'il a su transmettre à travers les époques. Ces procédés ont été appliqués pendant des années. La terre a participé directement à l'écriture de notre civilisation.

Au Néolithique, alors que l'humain se sédentarise, cette technique à base d'argile apparaît. Il adapte son habitat aux ressources qui l'entourent.
Les premières cités mésopotamiennes furent construites en terre crue, tel que **Çatal Höyük** où l'on a retrouvé des vestiges de maisons construites en brique de terre crue, ou encore la grande **ziggourat de Babylone** que l'on peut associer à la tour de Babel.
Ces techniques de construction seront employées par de nombreuses civilisations du bassin méditéranéen.
Les habitats provençaux de la seconde moitié du néolithique, seront principalement construit en terre crue.

Les siècles passent et les matériaux se diversifient, mais au XVIIIe siècle, **l'architecte François Cointeraux** décide de réactualiser cet art ancestral. À travers de nombreux écrits, il revalorise ces procédés et développe le **PISE**, une technique qui consiste à compresser de la terre crue composée de gravats dans un coffrage de 40 à 60 cm de large, selon la hauteur du mur.
Des architectes ont suivi ses idéaux et aujourd'hui encore, nous pouvons retrouver des architectures issues de son mouvement, notamment à Lyon, ville d'origine de F.Cointeraux. Une fois de plus, à la fin de la guerre, face aux besoins urgents de logements, le béton est venu estomper ce savoir.

Tour de Babel - Pieter Brueghel l'Ancien



Dessin extrait du premier cahier d'architecture rurale - François Cointeraux

Maison personnelle de Martin Rauch - technique mixte brique & pisé

REGAIN D'INTÉRÊT

Ces 30 dernières années ont connu un regain d'intérêt pour ce savoir. Des pionniers contemporains ont su promouvoir la terre crue et la réintégrer dans les techniques de construction.
Martin Rauch est un acteur majeur en cela. Artiste à l'origine, il s'est spécialisé dans ce domaine à travers des recherches appliquées. Il révèle les qualités de la terre et l'intelligence constructive qu'elle offre. Une série d'acteurs et d'organismes ont suivi sa démarche, entre autre :
CRAterre, qui développe ce sujet sous l'angle de la recherche et de l'éducation.
BCmatérials/BCarchitects, qui l'ont directement appliqué dans leur pratique architecturale et ont crée une entreprise de vente de matériau de construction terre. Ils continuent d'expérimenter ce matériau et proposent également des formations.
L'association Le Village et l'APTE, que nous sommes allés rencontrer et qui développent ce savoir en l'associant à une démarche sociale à travers la promotion, la production et la construction.

Maison personnelle de Martin Rauch - Les rangées de briques protègent le pisé et assurent une meilleure espérance de vie

NORMES ET SAVOIR

La terre crue se décline selon de nombreuses techniques, et pour les mettre en application, **des A-TEx** (Appréciation Technique d'Expérimentation) **et des guides de bonnes pratiques** ont été développés en France. Il est important de travailler avec ces documents et en collaboration avec un bureau de contrôle sensible à ces pratiques pour mettre en œuvre ces techniques sur le marché de la construction.
La caractérisation des matériaux et des techniques de mise en œuvre est en cours, cependant, la diversité des terres que l'on retrouve en France crée des variations des propriétés de la terre. Il est donc plus compliqué de définir une fiche type applicable à l'ensemble d'un territoire.

Pavillon ETH Zürich - Ce pavillon, constitué de voûtes porteuses en pisé, a été construit à partir d'éléments préfabriqués

POSSIBILITÉS POUR MONTJUSTIN

Il existe de nombreuses possibilités de mise en œuvre. Dans le cas du projet de Montjustin, un marché public, nous avons opté pour l'approfondissement de deux sujets sur les conseils de L'APTE (Association pour la Promotion des Techniques Écologiques) :

1- BTC : Brique de Terre Crue Compressée

2- L'enduit d'argile

BTC : BRIQUE DE TERRE CRUE CROMPRESSÉE
LA TERRE CRUE

Immeuble de bureau, - Ferrari Architect : murs en BTC

BTC : BRIQUE DE TERRE CRUE CROMPRESSÉE

Masse Vol. tassé (kg/m³)	*2000*
Conductivité thermique (W/ m²K)	*1,3*
Résistance à la compression (Mpa)	*Sèche > 15*
Classement au feu	*incombustible*
Déphasage thermique	*8 à 12 heures avec un mur de 40 cm*
Facteur de résistance à la vapeur d'eau	*8 à 15*
Coefficient d'absorption d'eau par capillarité à 10 min	*7 à 10*
Energie grise (kWh/m³)	*120 : faible*
Aténuation acoustique (dB)	*56 à 500 Hz, avec un mur de 40 cm*
Prix (BTC : 29.5x14x9.5cm)	*1,95€ TTC*

Données issues des fiches techniques : association le Village

BTC - Association le village

Presse - Association le village

DESCRIPTION

La BTC est une technique qui consiste à préfabriquer des briques sans cuisson à l'aide d'une presse. Ce procédé permet d'augmenter la masse de la brique et d'améliorer ses propriétés structurelles ainsi que son déphasage thermique.
Les premières techniques de presse semblent être apparues au XVIIIe siècle grâce à François Cointeraux. Le matériau offre différentes teintes selon les terres excavées, et sur demande, il est possible d'ajouter des pigments. Les moules et les presses, nécessaires à la fabrication des briques n'étant pas encore standardisés, tous les formats de BTC pourrait exister, selon la nature du projet ou des besoins. Néanmoins, à titre d'exemple, **le format standard utilisé par l'association du village que nous avons rencontré est de 29,5x14x9,5 cm.**

QUALITÉS

Bon déphasage thermique
Isolant acoustique
Recyclable à 100%
Qualité structurelle
Résistance au feu
Régulation hygrométrique naturelle

PRODUCTION

Le type de presse varie en fonction du volume de BTC demandé. La presse mobile et artisanale reste la plus courante. Cependant, lors de la rénovation des Ateliers Luma, le projet nécessitait 10 000 BTC, ils ont travaillé avec un partenaire capable de semi-industrialiser le processus pour rendre l'opération viable. Des solutions de production à plus grande échelle apparaissent sur le marché. Aucune n'est encore présente sur le territoire de l'étude.
Pour garantir la tenue mécanique, la résistance à l'humidité et au gel, les BTC sont souvent stabilisées à la chaux (5-7%). Cet ajout affaiblit légèrement leur régulation hygrothermique.
Il est possible d'obtenir de nombreuses formes en fonction de la capacité de la presse, par exemple des BTC adaptées aux passages de gaines, conduits de chauffage, etc.

STOCKAGE

Après avoir été pressées, les BTC sèchent en cure humide pendant 3 semaines. Cette technique de séchage lent permet d'éviter les fissurations. Ensuite, les BTC peuvent être stockées indéfiniment au sec sur des palettes.

MISE EN ŒUVRE

Protection
Il est important de les protéger contre les remontées capillaires et les projections d'eau de pluie ou de ruissellement.
Stabilité
Ces murs fonctionnent grâce à un processus de compression, il est donc important que toutes les BTC subissent cet effort. Les murs doivent être tenus en tête et latéralement.
Anticiper les fondations
La masse importante de ce matériau aura un impact non négligeable sur le dimensionnement des fondations.
Mortier
Pour préserver les propriétés de ce matériau, il est conseillé d'utiliser un mortier de terre.

Enduit - BCarchitects

Masse Vol. tassé (kg / m³)	*1600*
Conductivité thermique W / m.K	*0.12*
Capacité thermique massique (J / kg.K)	*1500*
Classement au feu	*incombustible*
Résistance à la compression (Mpa)	*1-2*
Facteur de résistance à la vapeur d'eau	*5/10*
Régulation hygroscopique	*Bonne*
Energie grise (kWh/m³)	*30 : Très faible*
Prix *(fourniture et pose)*	*Enduit de masse thermique : 10 à 15 € HT/cm/m²* *Enduit décoratif de 10 à 20 € HT/m²*

Données issues des fiches techniques : Envirobat sur base d'enduit développé par LESA

Enduit - BC materials

Enduit multicouche appliqué sur de la paille

DESCRIPTION

L'application d'enduits en terre est aujourd'hui l'utilisation la plus répandue de la terre crue. Des fibres sont ajoutées à la terre pour améliorer les propriétés mécaniques et thermiques du produit final.
L'enduit est un matériau perspirant. Lors de la conception d'une construction neuve, il est important de concevoir des complexes en accord avec cette logique afin d'exploiter les qualités inhérentes à ce produit. Il peut également être un excellent outil pour la rénovation, offrant une correction thermique et une régulation hygrothermique.
Il existe de nombreuses recette afin de lui conférer des propriétés techniques ou esthétiques comme l'a expérimenté par exemple l'Atelier Luma en lui offrant ainsi de bonne qualités acoustiques.

L'enduit de masse thermique
L'épaisseur est de 2 à 4 cm. Il est utilisé pour améliorer le climat intérieur (inertie thermique, régulation hygrothermique) et la qualité de l'air (COV). La finition est brute et peut nécessiter une couche de finition.
L'enduit décoratif
L'épaisseur est de 0,5 à 1 cm. Il est utilisé pour ses qualités esthétiques : surface lisse, couleur au choix. Certains enduits peuvent être utilisés en extérieur.

QUALITÉS

Bonne régulation hygrothermique
Confort d'été
Ne dégage pas de COV et est réputé pour les absorber
Bonne résistance et dureté
Écologique
Respirant
Réversible

PRODUCTION

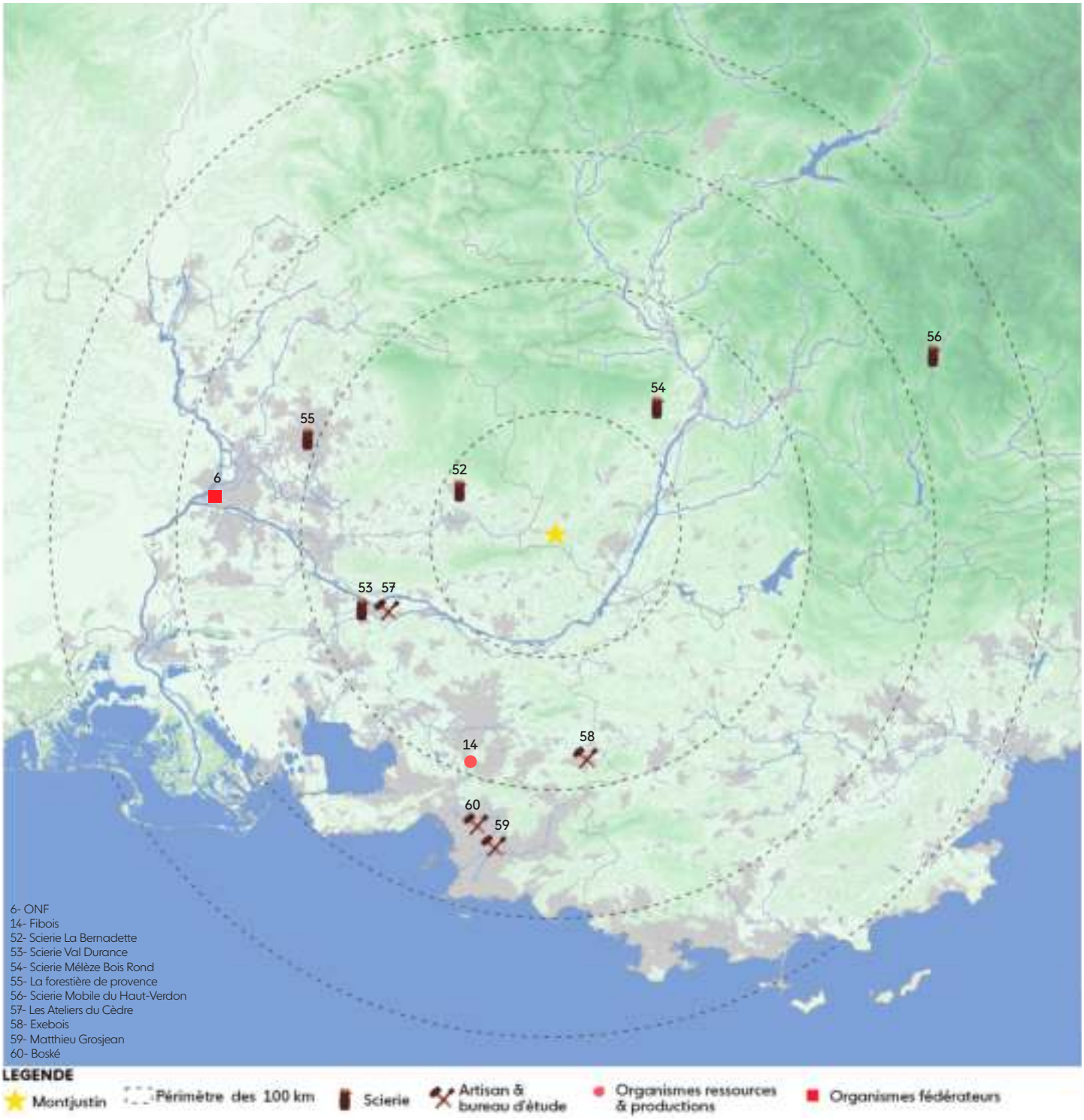
Il est possible de réaliser l'enduit avec la terre du site, mais il faut faire attention à l'absence de matière organique dans la terre. Une alternative serait de récupérer la terre des carrières de granulats. L'argile présente dans ces carrières est un véritable déchet pour l'industrie, car l'argile en contact avec l'eau se disperse et peut causer des problèmes lors de la réalisation du béton. Établir un partenariat avec des carrières proches du site peut être une bonne opportunité de valoriser tous les matériaux extraits de ces carrières.

Pour obtenir un produit équilibré, il faut mélanger la terre avec des fibres et/ou du sable. La paille hachée permet de fibrer l'enduit et d'éviter les fissures. La quantité de paille peut compenser le besoin en sable et améliorer les propriétés isolantes.

MISE EN ŒUVRE

Il est nécessaire de choisir un support adapté et préparé pour recevoir cet enduit. La surface doit être stable et saine. Il est important de garantir une régularité d'épaisseur et une pression suffisante pour assurer la cohésion avec le support. L'enduit peut être projeté, tiré ou appliqué à la main ou à la machine selon l'une des deux méthodes suivantes :
monocouche et multicouche.

57- Les Ateliers du Cèdre



RENCONTRE AVEC

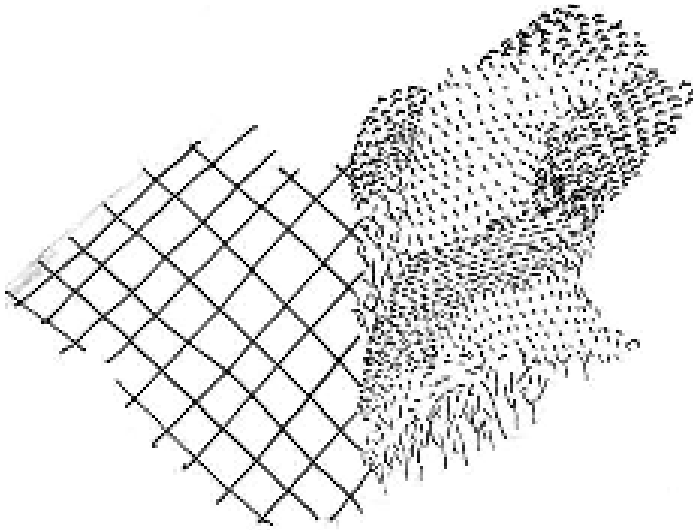
57- LES ATELIERS DU CÈDRE
53- SCIERE VAL DURANCE
Charpentier & scierie
Bois : Cèdre, pin d'alep, douglas, pin noir
Lieu : 1018 avenue de Craponne,
920 Chem. de Salon, 13370 Mallemort
Distance : 40 km

6- ONF
Office national des forêts
Lieu : 1175 Chemin du Lavarin – 84000 Avignon

14- FIBOIS
Association fédératrice régionales
de la filière bois
Lieu : Pavillon du Roy René, CD7 Valabre
13120 Gardanne

LE BOIS

Gymnase Auguste et Louis Lumièr, la Ciotat - Huit et demi architectes associés



50% de la région PACA est boisée

Sanitaire du lit du roi - Régis Roudil, acteur partenaire fibois

Projet label Bois des Alpes
Equipements de Service Public, Neuvecelle - Atelier PNG

DESCRIPTION

La région PACA est la deuxième région la plus boisée de France. Face aux enjeux de notre siècle, la culture du bois fait partie des filières principales pour réinventer nos modes de construction. Malgré la densité d'espaces boisés sur notre territoire, la filière bois en PACA nécessite d'être (re)structurée pour tirer profit de cette ressource. **Selon un rapport sur la superficie/ production des forêts et du bois, la région se classe parmi les plus basses de France.**

Comme d'autre secteur, l'après guerre a fragilisé la filière au profit de l'efficacité constructive et économique du béton.
De plus, la filière bois n'a jamais connu une réel structuration dans la région PACA.
Afin de renouer avec ces ressources et de mettre en place une véritable structure, **des acteurs participent à la (re)valorisation de cette ressource dans notre région**. Des associations régionales aux artisans indépendants, chacun tente de développer cette filière.

PROMOUVOIR

Différents organismes soutiennent l'économie locale dans la région. Voici quelques exemples :

Fibois est l'interprofession de la filière bois/forêt, une entité clé dans la définition de la filière. Elle rassemble et représente l'ensemble des organismes publics et professionnels de la région. Parmi leurs nombreuses ambitions, ils participent au développement d'essences locales peu exploitées et peu connues. Aujourd'hui, le cèdre de l'Atlas et le pin d'Alep sont des cibles clés dans l'évolution de la filière autour de Montjustin.

L'Union régionale des communes forestières accompagne lors de la rédaction d'appels d'offres afin de cibler des entreprises et des matériaux locaux sans enfreindre la réglementation.

Bois des Alpes est une marque qui traduit l'engagement de ses utilisateurs dans une pratique responsable et vertueuse de la filière bois. Elle offre une garantie concrète sur les produits (provenance, qualités techniques, durabilité...). Néanmoins, cette certification est relativement compliquée à obtenir, comme nous l'expliquent les ateliers du Cèdre.
Dans le cas de Montjustin, la commune pourrait bénéficier d'une DETR (Dotation d'Équipement des Territoires Ruraux) bonifiée de 10 % (subvention de 10 % si la construction bois est certifiée bois des Alpes).

L'ONF (Organisation Nationale des Forêts) gère les forêts publiques. Leur action permet de travailler directement avec les ressources locales d'un territoire. Selon les biens dont ils disposent, ils peuvent découper du bois dans les forêts communales et le livrer.

DES ESSENCES EN LIENS AVEC LEUR BIOREGION
LE BOIS

Visite de la sciere Val Durance avec les Ateliers du Cèdre

DES ESSENCES EN LIENS AVEC LEUR BIOREGION

LE BOIS

SAPIN & EPICEA

1eres essences les plus sciées
50%

MELEZE

2eres essences la plus sciée
16%

PIN SYLVESTRE

3e essence local la plus sciée
13%

Essences les plus sciées en région PACA

LES ESSENCES DE LA RÉGION PACA

En région PACA, les bois de construction les plus exploités sont **l'épicéa, le sapin et le mélèze**. Ces essences se trouvent à la limitent de la zone d'étude et les rapports entre la distance, le volume et le poids nécessaire à une construction en bois pose la question de leur utilisation, en particulier en tant que bois d'oeuvre.
Dans un contexte plus proche, des essences sont en cours de développement afin de ramener des bois provenant de la biorégion méditéranéenne et de renforcer la filière bois. Ainsi, **le cèdre, le pin d'Alep et le pin noir** ont souvent été évoqués lors de nos échanges. Ces essences restent encore marginales dans le secteur de la construction. Les récentes recherches ont révélé des contradictions concernant les capacités de ces matériaux et les avis divergent à leur sujet. Le manque de caractérisation, de recul sur leurs propriétés et de durabilités, ainsi que leur disponibilité en forêt, rendent difficile leur introduction sur le marché.
Le soutien de ces matériaux et des différents acteurs est essentiel pour le développement de l'utilisation du bois dans la construction.

QUALITÉS

Légèreté : une structure en bois est quatre fois plus légère qu'une structure en béton.
Stockage du carbone : 1 m^3 de bois séquestre une tonne de CO2. Le bois est le seul matériau de construction capable de stocker durablement le dioxyde de carbone.
Comportement au feu : le bois brûle, mais il conserve ses propriétés mécaniques plus longtemps que le béton ou l'acier. La vitesse de combustion du bois est de l'ordre de 0,7 mm/min, ce qui est faible.
Rapidité de chantier : la possibilité de préfabriquer en atelier et en filière sèche réduit considérablement le temps de chantier et les nuisances.

Église saint martin de crau et ses cyprès

LÉGENDE PROVENÇALE

Historiquement, on peut affirmer que l'habitat provençal s'est construit autour de la pierre. Cette ressource était très présente sur le territoire et ses propriétés répondaient au climat de la région. Le bois était principalement utilisé pour la charpente ou les menuiseries, en tant que second œuvre. Dans ces conditions **la filière ne s'est historiquement que très peu structurée contrairement à d'autres régions**

Une légende paysanne met en évidence ces pratiques à travers l'histoire du **cyprès**, traditionnellement présent en Provence.
La légende raconte que lors de nouvelle construction, les anciens plantaient un, deux ou trois cyprès sur le terrain. La longueur de cet arbre était idéale pour les travaux de toiture, plus précisément pour les pannes faîtières et les sablières. Ils anticipaient ainsi les futurs travaux, que ce soit pour une nouvelle construction ou pour la rénovation de l'existant.

DES ESSENCES ET DES TEXTURES
LE BOIS

VARIÉTÉ D'ESSENCES

Pour comprendre les enjeux de la filière bois, nous avons dressé une liste (non exhaustive) d'essences qui ont été évoquées lors de nos différentes rencontres. Deux principales typologies se dégagent :

Les essences établies, sélectionnées en fonction de leur fréquence de sciage :
- Épicéa
- Sapin
- Mélèze

Les essences en développement :
- Pin d'Alep
- Pin noir
- Cèdre
- Cyprès

Ces deux catégories se distinguent par leur statut sur le marché de la construction. Nos entretiens ont révélé diverses problématiques concernant l'exploitation et l'utilisation de ces ressources.

MÉLÈZE

ÉPICEA

SAPIN BLANC OU SAPIN PECTINE

LES ESSENCES ÉTABLIES SUR LE TERRITOIRE

L'épicéa
Le réchauffement climatique ainsi que la présence du scolyte, un insecte nuisible pour l'arbre, ont un effet dévastateur sur cette essence. Malgré sa fragilité, son exploitation ne diminue pas.

Le sapin blanc ou sapin pectiné
L'ONF la propose comme un possible usage pour le projet Montjustin. Sa localisation à la limite du rayon des 100 km pose la question de son utilisation.

Le mélèze
Cette essence alpine est peu conseillée pour une application en bois d'oeuvre dans la région du Lubéron. Les effets du soleil et de la sécheresse crée d'importante dilatation du bois.
De plus, le contexte géopolitique actuel crée des tensions dans son approvisionnement.

Fôret de mélèze

PIN NOIR

PIN D'ALEP

CÈDRE DE L'ATLAS

CYPRÈS

Pin d'Alep

LES ESSENCES EN DÉVELOPPEMENT

Le pin d'Alep

C'est une essence soutenue par Fibois, elle présente de bonnes caractéristiques structurelles et fongiques. Cependant, en raison de la jeunesse de cette filière, nous n'avons pas suffisamment de retours à long terme. Le rendement que ce bois offre est très faible et malgré un prix d'achat de la grume très abordable, après débitage le prix devient très élevé.
De plus, **la longueur des sections se limite à 3 mètres** ce qui peut entraver le développement d'une construction bois.

Le pin noir

Ce bois est certifié en tant que bois massif et permet d'obtenir de grandes longueurs. **Il peut compléter le pin d'Alep**. Une forêt près de Manosque, sous le contrôle de l'ONF, pourrait être exploitée pour le bois du projet.

Le cèdre de l'Atlas

Le Lubéron abrite l'une des plus grandes céderais d'Europe. Ses propriétés en font un bois noble, tant en termes de qualité que de possibilités d'assemblage. Ces qualités sont dues à sa lente maturation (environ 120 ans, contre 60 ans pour le douglas). Il est actuellement en cours de caractérisation, ce qui maintient son prix relativement abordable. Cependant, dès qu'il sera normé, une augmentation de son prix sera inévitable. Il s'agit d'un bois qui mérite d'être valorisé et connu.

Le cyprès

Cet arbre était autrefois utilisé dans l'agriculture comme une barrière contre les vents et le soleil, ainsi que comme régulateur de l'hygrométrie des sols. Par la suite, il pouvait être employé comme bois de charpente.
Ces traditions et pratiques se sont estompées et aujourd'hui, il n'est plus perçu comme un allié dans le secteur agricole, il disparaît peu à peu.

Pour revaloriser cette essence et dans une volonté de construction locale, des acteurs du bâtiment se sont penchés sur l'utilisation de cette ressource en tant que bois d'œuvre. Le charpentier Matthieu Grosjean et le bureau d'études Boské ont réalisé une série de tests afin de mettre en évidence les qualités de ce bois.
Ces tests ont permis la réalisation d'une ossature bois pour la surélévation d'une maison à Marseille, réalisée par le bureau d'architecture Toutvabien.

Ce premier pas permet de reconsidérer le cyprès dans le secteur de la construction tant pour ses qualités structurelles que ses caractéristiques imputrescibles.

UN MATÉRIAU PRÉCIEUX
LE BOIS

MODE OPÉRATOIRE DE TRAVAIL EN LIEN AVEC L'ONF

Sélection des bois et des essences

Il est conseillé de travailler avec un scieur afin de définir les volumes de bois nécessaires avant le sciage, en se basant sur un cahier des charges bien défini.
L'ONF examine la disponibilité des bois dans ses catalogues et les prochaines coupes envisageables. Cette étape doit être anticipée rapidement, car la réglementation sur la période de coupe et la préservation des forêts peuvent restreindre les possibilités.
Si un accord est trouvé, l'ONF effectue la découpe des volumes nécessaires et les livre. L'accessibilité et le type d'essence sont des coûts à prendre en compte.

Sciage

Dans la continuité de la collaboration avec le territoire, **une scierie mobile** pourrait être amenée sur le site pour débiter les arbres et répondre aux besoins du projet. Cela constitue un pas de plus vers le local.

Stockage & séchage

Le bois est souvent débité sur commande, et le temps de séchage naturel peut être long. Par conséquent, il est fréquemment réalisé à l'aide de séchoirs. Ces machines sont rares dans la région, en particulier pour accueillir de grandes sections. Cette contrainte doit donc être anticipée en amont. Une fois le bois sec, il est impératif de se mettre d'accord sur le lieu de stockage.

Coût

Différents coûts sont à prévoir :

- Frais de gestion de l'ONF
- Frais d'exploitation forestière
- Transport jusqu'au scieur
- Coût de sciage : perte de matière d'environ 50 %.(selon l'ONF)
- Coût du charpentier

L'organisation est un facteur clé pour développer cette approche. La constitution des stocks doit être réalisée dès que le cahier des charges est défini.

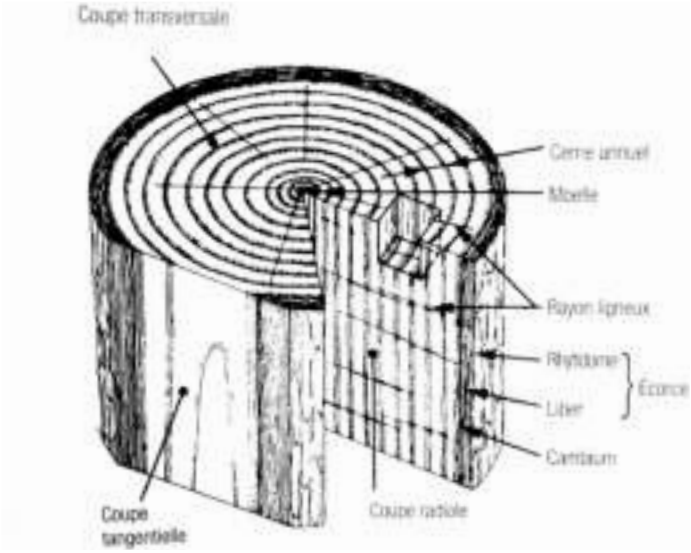
Dans le cas de Montjustin, la première idée de l'ONF serait d'exploiter les forêts de pin noir situées à l'ouest de Manosque

Ce mode opératoire renforce la logique locale et collaborative cependant les étapes citées précédemment révèlent une certaine compléxité.
Les freins majeurs d'utilisation de ce processus sont les démarches à entreprendre, les délais nécessaire et la coordination des différents acteurs : ONF, scierie, séchoir et charpentier.
Plus que des freins il s'agit de répondre à de nouvelles temporalités dans le chantier, nécessitant notamment d'anticiper les achats et certains services. Ce qui peut être compliqué dans le cadre de marché publics.

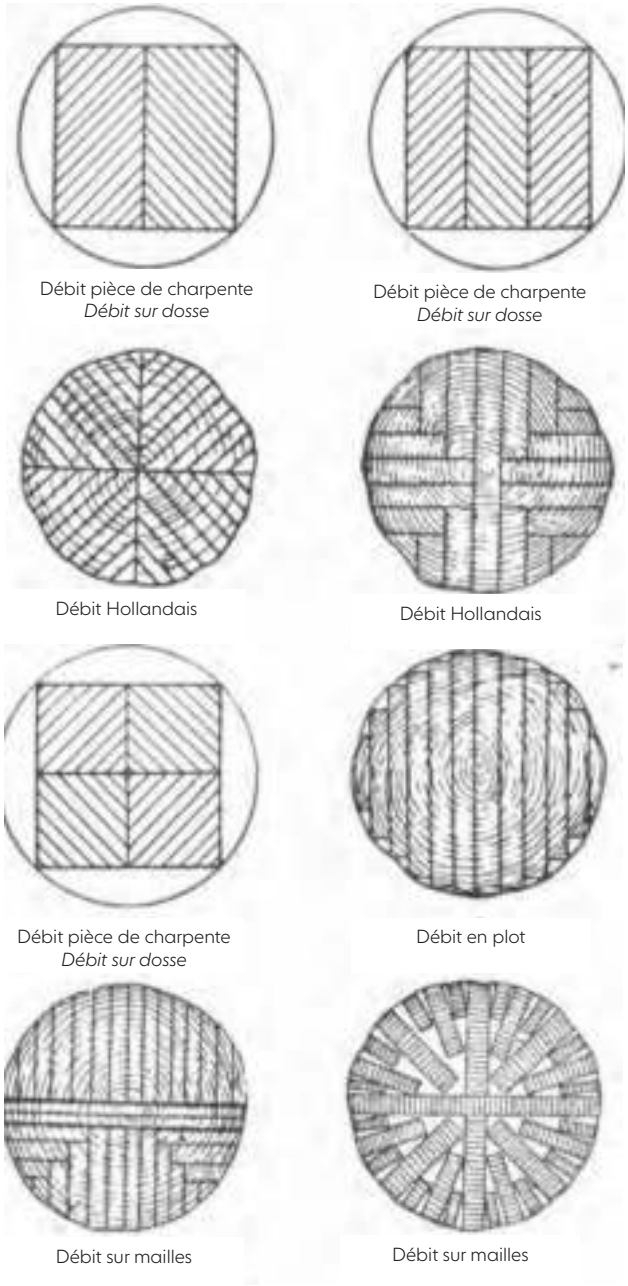
découpe de planche - Sciere val durance

Séchoir - Sciere val durance

Sciere val durance



Section d'un tronc - Source : Construire l'architecture, Andrea Deplazes



Exemples de techniques de débit

DE LA GRUME AUX SECTIONS

Dans ces processus de projet il est question d'échanges directs avec les scieurs, les bûcherons et les charpentiers. Quelques notions s'imposent pour être en mesure d'engager une discussion avec ces spécialistes du bois. Ci-après quelques notions et termes spécifique à ces corps de métiers :

L'aubier est la partie blanchâtre située juste sous l'écorce. Il correspond à une zone importante de cellules vivantes favorisant la croissance. En conséquence, il est généralement plus tendre et plus riche en sève et en eau. En raison de son instabilité, cette partie n'est généralement pas utilisée comme bois d'œuvre.

Le duramen, quant à lui, ne contient plus de cellules vivantes et se trouve au cœur du tronc, d'où son appellation de bois de cœur. Ses caractéristiques en font un élément relativement stable et utilisable sur le plan structurel.

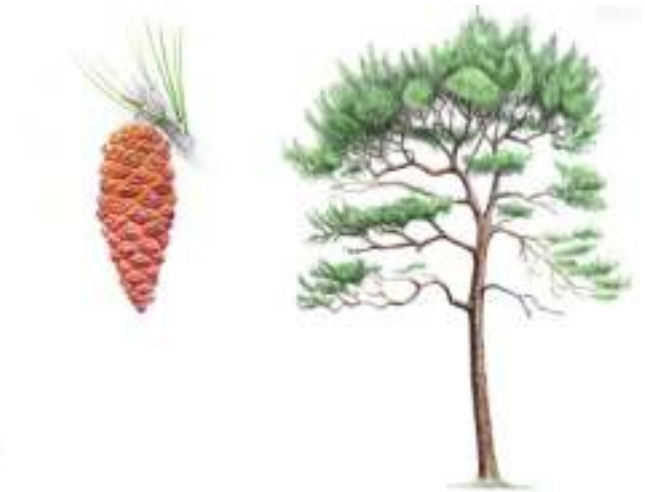
Il existe de nombreuses méthodes pour découper le bois afin d'obtenir du bois d'œuvre ou du bois structurel.
Par exemple, **le débit sur dosse** permet d'obtenir des planches relativement égales, de dimensions standard. C'est l'une des pratiques utilisées par les ateliers du cèdre. La dosse correspond à la première découpe contenant l'écorce. Elle peut être utilisée comme élément accessoire dans la construction : clôture, palette, bardage de cabanon, etc. Son prix est d'environ 4 à 5 € par mètre carré.

DES ESSENCES ÉTABLIES
LE BOIS

Essence	**ÉPICEA**
Disponibilité	*Importante*
Localisation	*Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes*
Description du bois	*Couleur blanc crème, faible veinage Aubier et duramen sont non différenciés Fil droit - Grain moyen - Pas de contrefil*
Usage courant	*Structure (nécessite traitement) Aménagement intérieur Menuiserie intérieur*
Classe d'emploi	*2 (avec traitement)*
Imprégnabilité	*Peu ou non imprégnable*
Masse Vol. (kg/m3) à 12% d'humidité	*450*
Prix	-

Essence	**SAPIN BLANC OU SAPIN PECTINÉ**
Disponibilité	*Importante*
Localisation	*Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, Var*
Description du bois	*Couleur blanc crème, veinage prononcé Aubier et duramen sont non différenciés Fil droit - Grain moyen - Pas de contrefil*
Usage courant	*Structure (nécessite traitement) Aménagement intérieur Menuiserie intérieur*
Classe d'emploi	*2 (avec traitement)*
Imprégnabilité	*Peu à moyennement imprégnable*
Masse Vol. (kg/m3) à 12% d'humidité	*490*
Prix	-

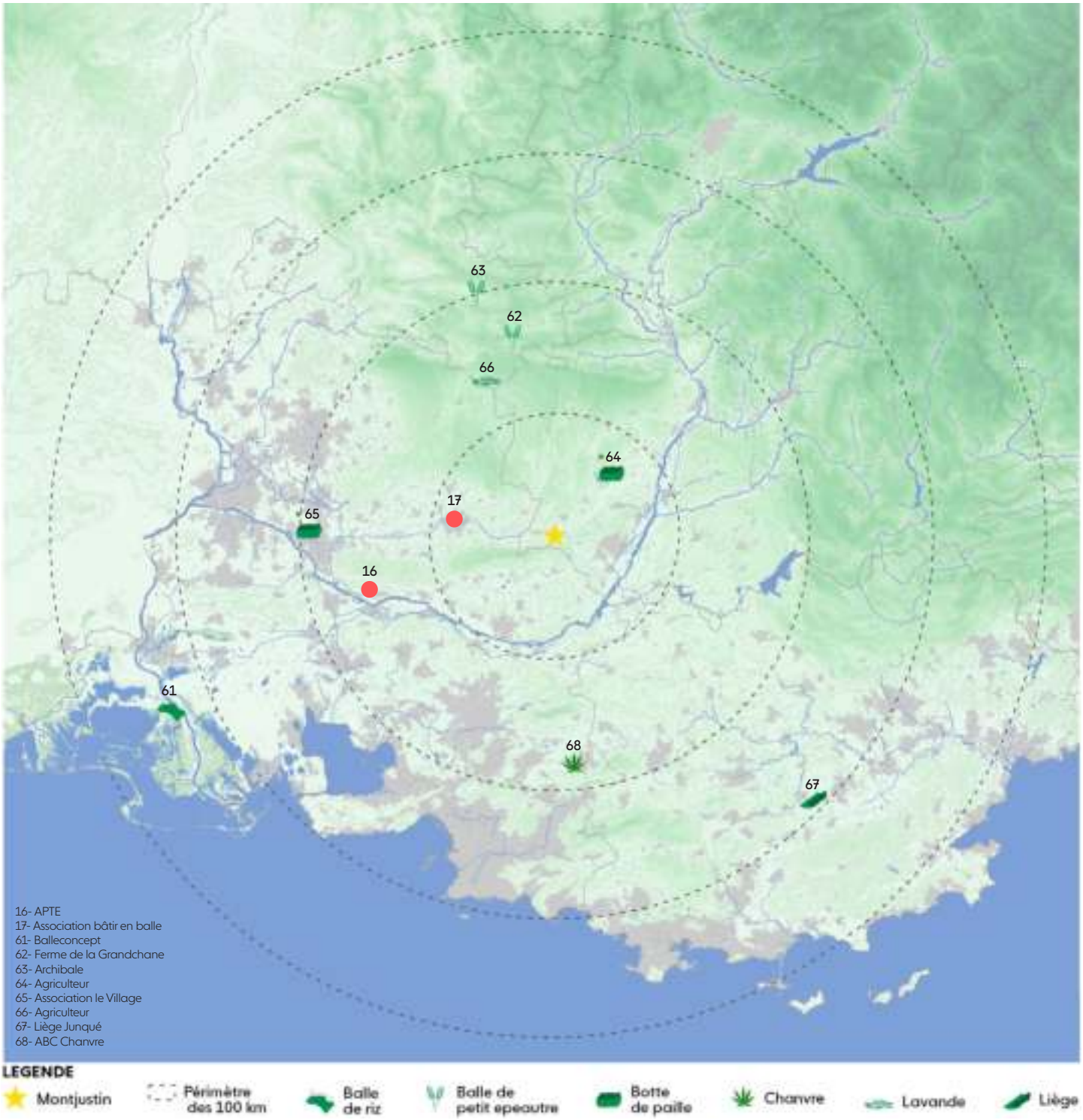
Essence	**MÉLÈZE**
Disponibilité	*Régulière*
Localisation	*Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes*
Description du bois	*Couleur brun rosé avec veines brun rouge Aubier et duramen bien distincts, aubier blanc jaunâtre de faible épaisseur Fil droit - Grain moyen - Pas de contrefil*
Usage courant	*Structure Bardage Aménagement intérieur & extérieur Menuiserie intérieur & extérieur*
Classe d'emploi	*3b*
Imprégnabilité	*Non imprégnable*
Masse Vol. (kg/m3) à 12% d'humidité	*600*
Prix	-



Essence	**PIN D'ALEP**
Disponibilité	*Moyenne-faible*
Localisation	*Bouches du Rhône, Var, Alpes-Maritimes, Vaucluse*
Description du bois	*Couleur de référence : brun à rouge Aubier et duramen bien distincts Fil droit - Grain fin à moyen - Pas de contrefil*
Usage courant	*Structure & Bardage Aménagement intérieur & extérieur Menuiserie intérieur & extérieur nécessite traitement pour tout élément extérieur ou structurel*
Classe d'emploi	*4 (à confirmer)*
Imprégnabilité	*Peu ou non imprégnable*
Masse Vol. (kg/m3) à 12% d'humidité	*550*
Prix	-

Essence	**PIN NOIR**
Disponibilité	*Moyenne-faible*
Localisation	*Alpes de Haute-Provence, Hautes-Alpes, Alpes-Maritimes, Var*
Description du bois	-
Usage courant	*Structure & Bardage Aménagement intérieur & extérieur Menuiserie intérieur & extérieur **nécessite traitement pour tout élément extérieur ou structurel**
Classe d'emploi	*4 (à confirmer)*
Imprégnabilité	*Peu ou non imprégnable*
Masse Vol. (kg/m3) à 12% d'humidité	*600*
Prix	-

Essence	**CÈDRE DE L'ATLAS**
Disponibilité	*Moyenne*
Localisation	*Alpes de Haute-Provence, Vaucluse*
Description du bois	*Couleur brun jaune Aubier et duramen sont bien distincts Fil droit - Grain moyen - Pas de contrefil*
Usage courant	*Structure (pas encore caractérisé) Bardage Aménagement extérieur Menuiserie*
Classe d'emploi	*3b*
Imprégnabilité	*Peu imprégnable*
Masse Vol. (kg/m3) à 12% d'humidité	-
Prix	-



RENCONTRE AVEC

17- ASSOCIATION BÂTIR EN BALLE

Association valorisant les sous produits agricoles
Lieu : 127 Boulevard Elzear Pin 84400 APT

16- APTE

65- ASSOCIATION LE VILLAGE

Fournisseur d'éco-matériaux : Paille
Lieu : Mas de la Baronne, BP10056, 84300 Cavaillon
Distance : 50 km

61- BALLE CONCEPT

Producteur & fournisseur de balle de riz et de paille de riz
Lieu : Giraud et Tourtoulen, Route de Salin-de-Giraud, 13200 Arles
Distance : 90 km

67- LIÈGE JUNQUE

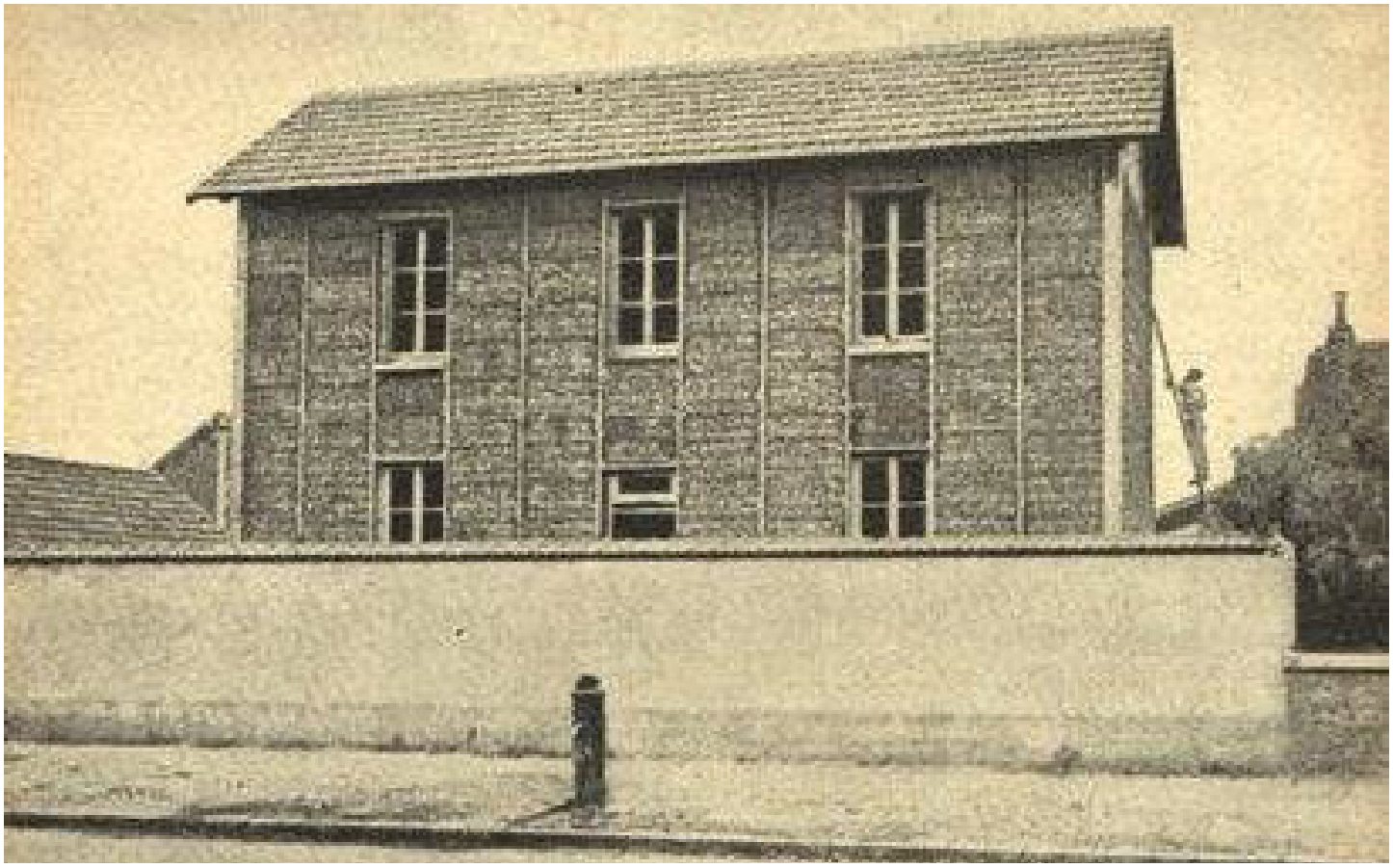
Producteur & fournisseur de liège en vrac
Lieu : Château Payan route de Gonfaron 83340 Flassans sur Issole
Distance : 70 km

68- ABC CHANVRE

Producteur & fournisseur de chanvre
Lieu : 207 Route de Pourrières, 13530 TRETS
Distance : 45 km

LES FIBRES VÉGÉTALES

Simonton House, Purdum Nebraska , 1908



Maison Emile feuillette 1920's

Masse Vol. (kg/m³)	*80-120*
Conductivité thermique (W/mK)	*0,052 pour une épaisseur de 37 cm*
Capacité thermique massique c [J/(kgK)]	*1500*
Déphasage thermique (h)	*12 à 16*
Classement de réaction au feu	*B – S1 – d0*
Coefficient de résistance à la diffusion devapeur μ	*1,15*
Étiquetage des émissions en polluants volatils	*classe A+*
Energie grise	*faible*
Prix d'une botte	*5€ HTVA+ livraison, stockage et déchargement*

Stock de botte de paille - Association le Village

Botteleuse :presse mécanique standard

DESCRIPTION

La paille a été utilisée depuis toujours dans la construction, mais la botte de paille est relativement récente. Elle est apparue en 1886 dans le Nebraska, aux États-Unis, avec l'invention de la botteleuse. Il faudra attendre les années 1920 pour la voir en France grâce à l'ingénieur **Émile Feuillette**.
Ce produit non industrialisé soutient une économie locale et responsable. Ces idéaux permettent de relancer cette filière qui ne cesse de se développer. Aujourd'hui, la filière française est la plus dynamique en Europe.
La paille peut provenir de différentes cultures: blé, riz, orge...
Le RFCP (Réseau Français de la Construction Paille) est une association qui soutien le développement de cette filière.
Leur implication a permis de faire reconnaître l'usage de la paille dans le bâtiment. Aujourd'hui, il sensibilise à cette pratique à travers des formations, des rencontres, des accompagnements pour tout les acteurs de la construction.

QUALITÉS ET INCONVÉNIENTS

+ Bon isolant
+ Durable et économique
+ Bonne acoustique
+ Peu coûteux en énergie grise
- Le format des bottes contraint son application
- Nécessite une coordination en amont

RAPPORT EXTRACTION/PRODUCTION

Les céréales sont produites dans toutes les régions et l'approvisionnement dépasse rarement les 100 km. La paille se trouve généralement dans un rayon de 50 km.
Les règles professionnelles permettent d'utiliser la plupart des pailles dans la construction à condition que la masse volumique soit d'au moins 80 kg/m³ et que son taux d'humidité ne dépasse pas 20 %.
Dans notre zone d'action, P. Delot relève qu'il y a un marché important en Camargue. Il existe également des agriculteurs proches de Montjustin susceptibles de fournir des bottes. Cependant, il évoque aussi les qualités des pailles en fonction de leur environnement. Les pailles en Provence auront tendance à être plus cassantes et donc plus courtes, ce qui peut poser problème pour la pose d'un enduit, mais elles restent tout à fait adaptées à la préfabrication, sous forme de botte.
Il faut bien s'assurer que les fournisseurs disposent de botteleuses adaptées.
Actuellement, les dimensions standards sont de **37x47xvariable (80-120) cm**. Ces dimensions contraignantes limitent le champ d'application du matériau.
Des mini-botteleuses permettent d'obtenir des dimensions plus petites : 26x46 cm. L'Association le Village développe ce modèle économique.
Le défi ici est d'avoir la botteleuse adaptée pour la construction et la paille adaptée aux techniques utilisées.

STOCKAGE

Si l'approvisionnement passe par un agriculteur, il faut anticiper la question du stockage. La paille doit être protégée à l'abri de l'eau et eventuellement du feu ou toute projection d'étincelle.

Technique Nebraska en paille porteuse - Wim Goes Architectuur

Technique de l'ossature bois

Technique ITE (isolation thermique par l'extérieur) - Association le village

Technique feuillette - Association le village

MISE EN ŒUVRE

La botte de paille est une isolation qui doit être envisagée dès le début pour éviter les découpes.
Si les dimensions ne peuvent pas être respectées, il existe des outils permettant de redimensionner ces bottes, mais cela aura un impact sur le temps et le coût de la mise en œuvre.
Lors de leur installation sur le chantier, les bottes doivent être protégées de l'eau et du feu. Il est important de bien coordonner les différents corps de métier afin de les protéger.
La botte de paille peut être mise en œuvre selon différentes techniques, et voici quelques-unes qui ont eu un impact dans la promotion de cette filière.

Technique de la paille porteuse du Nebraska

La botte de paille est autoporteuse, il n'y a pas de véritable ossature en bois. Les bottes de paille sont empilées en quinconce et comprimées à l'aide de sangles, de feuillard ou de poids additionnel entre le soubassement et la charpente ou l'étage supérieur.
Elle peut être réalisée avec différents types de paille. Cette technique est à l'origine de la création de cette filière, développée dans le Nebraska, comme son nom l'indique.

Technique de l'ossature bois

Cette technique est la plus couramment utilisée dans la construction, car elle se rapproche des normes en vigueur dans ce domaine.
Les bottes de paille sont disposées debout entre les montants de l'ossature, avec un espacement défini en fonction des dimensions de la botte (standard : 47 cm). Un panneau de contreventement ferme une face du caisson. Dans cette option, APTE met en évidence la flambée des prix du bois, notamment de l'OSB, normalement utilisé en tant que panneau de contreventement standard. Selon eux, la pose de lattes en bois de type douglas est aujourd'hui plus économique et plus respectueuse de l'environnement, étant donné les colles présentes dans les panneaux recomposés tels que l'OSB.
Cette technique peut être réalisée sur site ou en atelier.

Technique Feuillette - Ingénieur : Emile Feuillette

Dans cette dernière technique, les panneaux de contreventement sont remplacés par des lattes disposées en diagonale à intervalles réguliers, environ tous les 15 cm.
Cette technique conserve les qualités de la précédente et permet en plus d'appliquer un enduit sur ses deux faces. Un enduit de chaux à l'extérieur fait office de pare-pluie, tandis qu'un enduit en terre à l'intérieur présente des qualités hygrothermiques intéressantes.
Cependant, les bureaux d'études estiment que le calcul du contreventement est trop complexe pour être réalisé. Ce procédé est donc plus adapté aux marchés privés.

RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

D'autres techniques sont en cours d'expérimentation.
L'association Le Village cherche à développer des panneaux de paille équivalents aux panneaux en laine de bois. Elle explore également une technique d'ITE (isolation thermique par l'extérieur). L'isolation par l'extérieur est plus efficace pour assurer une homogénéité de l'enveloppe et réduire les ponts thermiques.

LA BALLE DE RIZ
DE CAMARGUE

B.Lacrotte et des Ballot de balle de riz compactés

LA BALLE DE RIZ
DE CAMARGUE

Masse Vol. tassé (kg/m³)	*plancher & toiture terrasse : 150-155* *Toiture : 160 - 165* *Mur : 165 - 170*
Conductivité thermique (W/mK)	*plancher & toiture terrasse : 0.054* *Toiture : 0.056* *Mur : 0.057*
Tassement (kg/m3)	*< 1 % à 150*
Classement au feu	*c-s2-d0*
Déphasage thermique	*8 heures 30*
Eau & vapeur d'eau	*Mu 3.5, courbe de sorption* *Humidité à l'équilibre (23°C/50HR) : 7 à 8*
Régulation hygroscopique	*Bonne à condition que le mur soit perspirant*
Energie grise	*Faible - à caractériser*
Prix	*27-30€ HT, départ d'Arles (hors frais de port)*

Repiquage de riz en Camargue par des travailleurs indochinois, 1942 - Photo extraite de l'exposition «Les travailleurs indochinois en France» montée par Pierre Daum et l'association Histoires vietnamiennes

Rizière du Tourtoulen

HISTOIRE

Les premières rizières camarguaises apparaissent sous Henri IV au XVIe siècle. Cependant, cette nouvelle agriculture se solde par un échec.
Dans les années 1840, ces rizières réapparaissent afin de lutter contre la désertification du territoire provoquée par le sel et l'endiguement des crues du Rhône. Jusqu'en 1930, leur rôle principale est la préparation des sols pour les autres cultures.
C'est durant la Seconde Guerre mondiale que la culture du riz apparaît face à la pénurie alimentaire. L'immigration indochinoise en France participe à la transmission de ce savoir.

Depuis, ce savoir s'est perpétué dans la famille de Bruno Lacrotte. Aujourd'hui, ce jeune entrepreneur développe tous les procédés possibles pour valoriser chaque élément constituant cette plante.
Dans cette rizière, tout est réemployé : la paille, la balle, le germe, la poussière. Il décline son produit sous diverses formes, allant de l'alcool de riz à l'isolation, en passant par les cosmétiques.
Pour aller plus loin, tous les déchets au-delà du riz sont recyclés et réutilisés. Cette entreprise peut se définir comme une filière zéro déchet.

La balle a été sous-valorisée pendant des années, utilisée comme matériau de combustion (pour l'étuvage du riz) ou comme litière animale. B. Lacrotte a connu de nombreuses tentatives de revalorisation de la balle, essuyant plusieurs échecs avant d'arriver à ce projet d'isolation.

DESCRIPTION

La balle de riz correspond à la coque qui enveloppe le grain. Cet isolant est apparu en Louisiane, aux États-Unis, en 2004, et ce n'est qu'en 2010 que cette filière sèche est apparue en France. La Camargue disposait d'un excédent complet de balle de riz, et des acteurs comme Balleconcept ont su tirer parti de cette niche.

Dans ses premières applications, la balle n'était pas nettoyée, ce qui posait des problèmes de mise en œuvre : il y avait trop de poussière et le grain de riz pouvait amener des charançons (insectes).
Aujourd'hui, la création de machines capables de la nettoyer et de la dépoussiérer permet de commercialiser ce produit de manière fiable.
Pour plus de sécurité, il est possible de rajouter de la chaux ou un produit minéral d'origine volcanique afin de garantir qu'aucun insecte n'apparaisse, bien que cela reste optionnel.

QUALITÉS

Ce produit est l'un des isolants les moins chers du marché (hors pose), et sa composition à forte teneur en silice (20 %) lui confère des propriétés très intéressantes :

- Bonne résistance à l'humidité
- Peu inflammable
- Ses caractéristiques lui permettent d'être utilisé comme un matériau naturel à 100 %.

LA BALLE DE RIZ
DE CAMARGUE

À SAVOIR

Le tassement est plus compliqué pour les murs, car à terme, cela peut créer des ponts thermiques. **Balleconcept privilégie l'emploi de cet isolant pour les planchers et les toitures** et les murs pourraient se composer de paille, de chanvre, etc. Il s'agirait donc de développer des bâtiments avec une isolation mixte.

La balle n'est pas encore caractérisée, mais les tests effectués et la prise de connaissance des bureaux de contrôle sont des points favorables à sa mise en œuvre.

La masse de cet isolant est non négligeable (environ 150 kg/m^3), ce critère doit être anticipé dans le projet.

Le prix de la matière reste faible au regard des autres isolants. Cependant la mise en oeuvre de ce produit, encore peut maitrisé peut faire varier sensiblement son coût final. Afin de pallier cela, des formations sont proposées, notamment à l'éco-campus de Manosque, qui est un acteur régional sensible à ces nouvelles formations.

RAPPORT EXTRACTION PRODUCTION

Le riz est une denrée récoltée en octobre, et la plantation des semis se fait autour d'avril-mai, lorsque la température de l'eau est suffisamment chaude pour que les semis se développent dans l'eau.
Le passage à maturité relativement tardif permet de récolter après la plupart des autres céréales. Les machines allouées à cela sont donc facilement disponibles.

Le riz est stocké dans des silos ou des hangars, **ses propriétés font qu'il peut se conserver sur de longues périodes.** Il est donc préparé sur demande, assurant une disponibilité continue tout au long de l'année. De facto, il en va de même pour la balle.

Aujourd'hui, 15 % de la balle est utilisée dans la construction. La production de cet isolant nécessite un nettoyage et un dépoussiérage plus minutieux. Ce pourcentage est basé sur la demande actuelle. Si les besoins augmentaient, il serait tout à fait possible d'augmenter la production d'isolant, selon B. Lacrotte.

Rizière du Tourtoulen - Machine de nettoyage et dépoussiérage

Rizière du Tourtoulen - balle de riz nettoyée

Rizière du Tourtoulen - Machine de compression à haute densité

Rizière du Tourtoulen - Silo de et stockage

TRANSPORT ET STOCKAGE

La densité de la balle de riz est très faible. De fait, pour chaque mètre cube (m^3) de riz paddy produit, 1 m^3 de balle de riz est généré, soit un rapport de 1 pour 1. Afin d'améliorer les capacités de stockage, une machine de compression à haute densité compacte la balle en ballots.

Selon les besoins et les contraintes des chantiers, différents volumes sont proposés :

- Des ballots de 360 kg chargés en vrac sur un camion à fond mouvant.
- Des ballots de 160 kg conditionnés sur palette.
- Des sacs manuportables de 20 kg

Ces ballots sont stockés dans des chambres étanches afin d'éviter la contamination par des insectes.

Rizière du Tourtoulen - stockage de riz

MISE EN ŒUVRE

Deux possibilités de pose : **l'insufflation ou le déversement.**

Pour le déversement, il est conseillé de le réaliser à plat. Il faut alors déverser la balle dans la structure d'accueil en considérant deux options :

- Déversement dans les toitures ou les planchers (avec la sous-face posée).
- Déversement dans des caissons préfabriqués en atelier, puis refermés par la suite et transportés sur site.

Dans les deux cas, la balle de riz doit être tassée au pied à l'aide d'une règle lisseuse vibrante pour la niveler.
Ensuite, il est recommandé de fermer avec des panneaux rigides à l'intérieur (avec un frein pare-vapeur) et à l'extérieur (avec un pare-pluie). Il est également important de prévenir les risques de percement des parois, qui pourraient entraîner des fuites de matière.

Rizière du Tourtoulen - stock des ballots de balle de riz

R&D

Des tests sont réalisés afin de développer un mélange : balle-chanvre. Cet enduit suit les mêmes principes qu'un enduit chaux-chanvre.

LE CHANVRE
UNE FILIÈRE SOUTENUE PAR LA FRANCE

DESCRIPTION

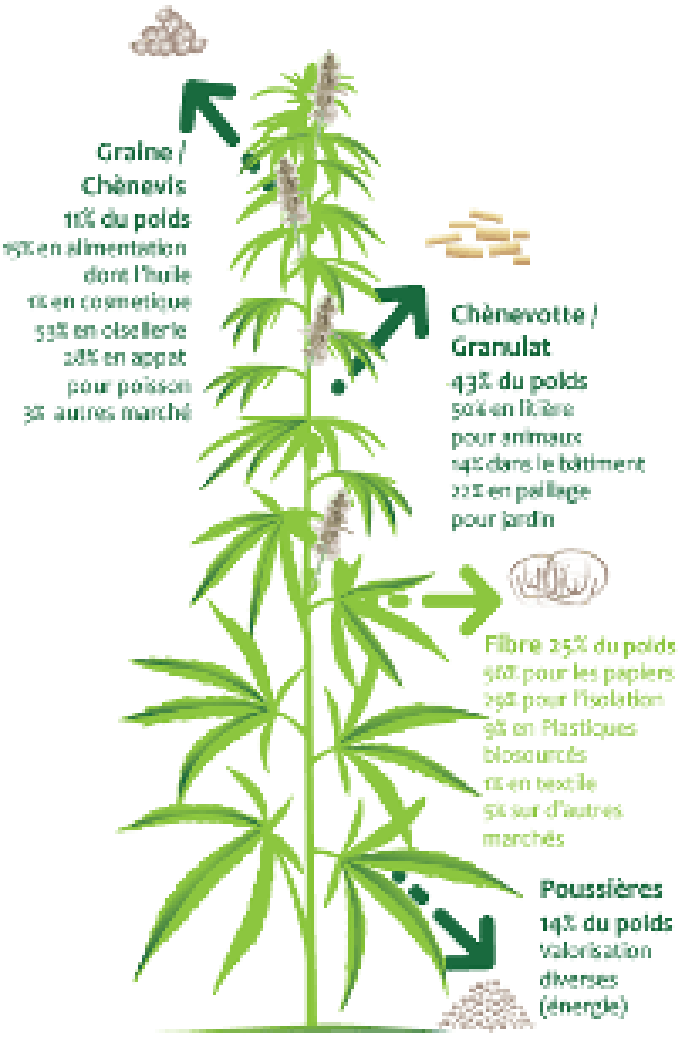
Le chanvre est l'une des plus anciennes plantes domestiquées par l'homme. Il était utilisé pour la fabrication de textiles, tels que des vêtements, des voiles et des cordages. Entre les XIVe et XVIIe siècles, Marseille a joué un rôle majeur dans l'industrie du chanvre, et la célèbre Canebière tire son nom du mot "Canebe" en provençal, qui signifie cannabis, le chanvre. Son utilisation dans la construction en tant qu'isolant est relativement récente, environ une trentaine d'années. Les fibres techniques et la chenevotte, qui est la partie intérieure de la paille de chanvre, sont les éléments exploités en tant qu'isolant.

QUALITÉS

La culture du chanvre permet de stocker de grandes quantités de CO2 : 1 hectare de chanvre peut stocker 15 tonnes.
Confort et isolation thermique : il présente une conductivité thermique moyenne, mais un déphasage important.
Régulation de l'humidité : il est capable d'absorber 4 fois son poids en eau, assurant ainsi une régulation de l'humidité dans la pièce.
Isolation phonique : réduction de la résonance, offrant un confort acoustique agréable.
Protection contre les moisissures et les nuisibles : il résiste aux rongeurs, aux termites, aux insectes, aux moisissures, aux champignons, etc.

béton de chanvre	Mur	Dalle	Toiture	Enduit
Epaisseur (cm)	30	20	30	5
Masse Vol. (Kg/m³)	280	375	210	800
Conductivité thermique (W/m.K)	0,076	0,096	0,060	0,170
Résistance thermique (m².K/W)	3,5	2,1	5	0,33
Déphasage thermique (heure)	12,4	Nc	11,5	3,3
Résistance au feu	A	Nc	A	A
Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	3,5	NA	10<μ<13	10<μ<13
Coefficient d'absorption acoustique	0,8	NA	0,8	NA
Energie grise (kWh/m3)	90 pour une densité de 450 kg/m3 : Faible			
Prix	projeté : 200 € HT/ m²	10 € HT/ cm/m²	10 € HT/ cm/m²	100 € HT/m²

Données issue envirobat BDM, les fiches top matériaux



Exploitation du chanvre selon ABC Chanvre

Isolation intérieur en chaux-chanvre

PRODUCTION

La filière du chanvre se divise en deux catégories :
Le chanvre bien-être (CBD, huile, etc.) et le chanvre industriel, qui se répartit à 90% dans le secteur de la construction et à 10% dans la production de bioplastiques. **La France est le premier producteur de chanvre, avec 20 000 hectares de culture en 2020, dont environ soixante hectares en PACA**. Cette quantité devrait augmenter dans les années à venir, notamment grâce à **ABC Chanvre**, un acteur émergent de la région. Leur objectif est de produire entre **450 et 500 hectares d'ici 2029**. Leur activité est en cours de structuration et devrait être opérationnelle début 2024. Ils ont effectué des essais dans différentes zones aux climats variés, et les résultats de ces tests ont orienté leur choix de terrain vers une zone proche de Montjustin.

Bloc béton de chanvre - Biosys

DÉCLINAISON DES TYPES D'UTILISATIONS

Il existe différentes techniques d'utilisation du chanvre dans la construction :

La laine de chanvre est composée de fibres. Elle est disponible sous forme de panneaux, de rouleaux, en vrac ou encore sous forme de panneaux en feutre.
La chenevotte en vrac se décline en deux catégories :

- La chenevotte brute en granulats, destinée au remplissage à sec ou au conglomérat humide.
- La chenevotte fine utilisée pour la réalisation d'enduits de finition.

Le béton de chanvre correspond à un mélange avec un liant, généralement de la chaux, et de l'eau. Ce procédé est utilisé pour réaliser :

- Des blocs de chanvre préfabriqués : il n'y a pas de producteur dans la région.
- Du chanvre banché.
- Du chanvre projeté à l'aide d'une machine : actuellement, deux professionnels de la région PACA sont équipés de cette machine.
- Des enduits de finition et des enduits correcteurs thermiques.

Application par projection

LE LIEGE
RESSOURCE SOUS EXPLOITÉE

Stock de liège - Liège Junqué

	Liège expansé en vrac
Masse Vol. (Kg/m³)	*80-120*
Conductivité thermique (W/m.K)	*~ 0,040*
Résistance thermique (m².K/W)	*5 pour 20 cm d'isolation*
Déphasage thermique (heure)	*10 h pour 20 cm d'isolation*
Résistance au feu	*E*
Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau	*1<μ<3*
Coefficient d'absorption acoustique	*22% à 500 HZ*
Energie grise (kWh/m3)	*80 : Très faible*
Prix	*200-280 €/m³*

Source : liège Junqué & envirobat BDM les fiches top matériaux

Sciage du liège - Liège Junqué

Liège en granulats - Liège Junqué

DESCRIPTION

Le liège est issu du chêne-liège et se trouve principalement sur le pourtour méditerranéen et au Portugal. Cette essence est issue d'une adaptation évolutive face au climat méditerranéen et au risque d'incendie. Son écorce protège les tissus vitaux de l'arbre contre la chaleur et les flammes. **La récolte du liège est effectuée environ tous les 7 ans**.
Liège Junqué se spécialise principalement dans la production de liège expansé : après la récolte, l'écorce est bouillie, ce qui permet à la chaleur de le faire gonfler, puis il est séché.
Cette technique offre un rendement plus élevé.

PRODUCTION

Le Portugal est le premier producteur de liège, suivi de l'Espagne et de l'Italie.
Dans le Var, on trouve la deuxième plus grande suberaie (forêt de chênes-lièges) de France, après la Corse. Cependant, le pays n'est pas équipé d'unités de transformation appropriées pour exploiter correctement cette matière dans le secteur de la construction. Des petits producteurs comme Liège Junqué l'exploitent sous forme de granulats, car la fabrication de panneaux nécessite des machines trop coûteuses. Leur activité principale est la production de bouchons, et l'isolation vient en second plan. Les granulats sont obtenus à partir des chutes lors de la fabrication des bouchons, ainsi que des morceaux de liège et d'écorces présentant des défauts de finition.

MISE EN ŒUVRE

Granulats de liège en vrac
Ils peuvent être utilisés tels quels par déversement ou insufflation, ou mélangés à un liant pour réaliser un béton allégé. Ce dernier présentera de bonnes propriétés isolantes (thermiques et phoniques), mais sera moins résistant.
Panneaux de liège
Ils peuvent être utilisés pour les murs, les toitures et les sols. Ils sont cloués ou collés.

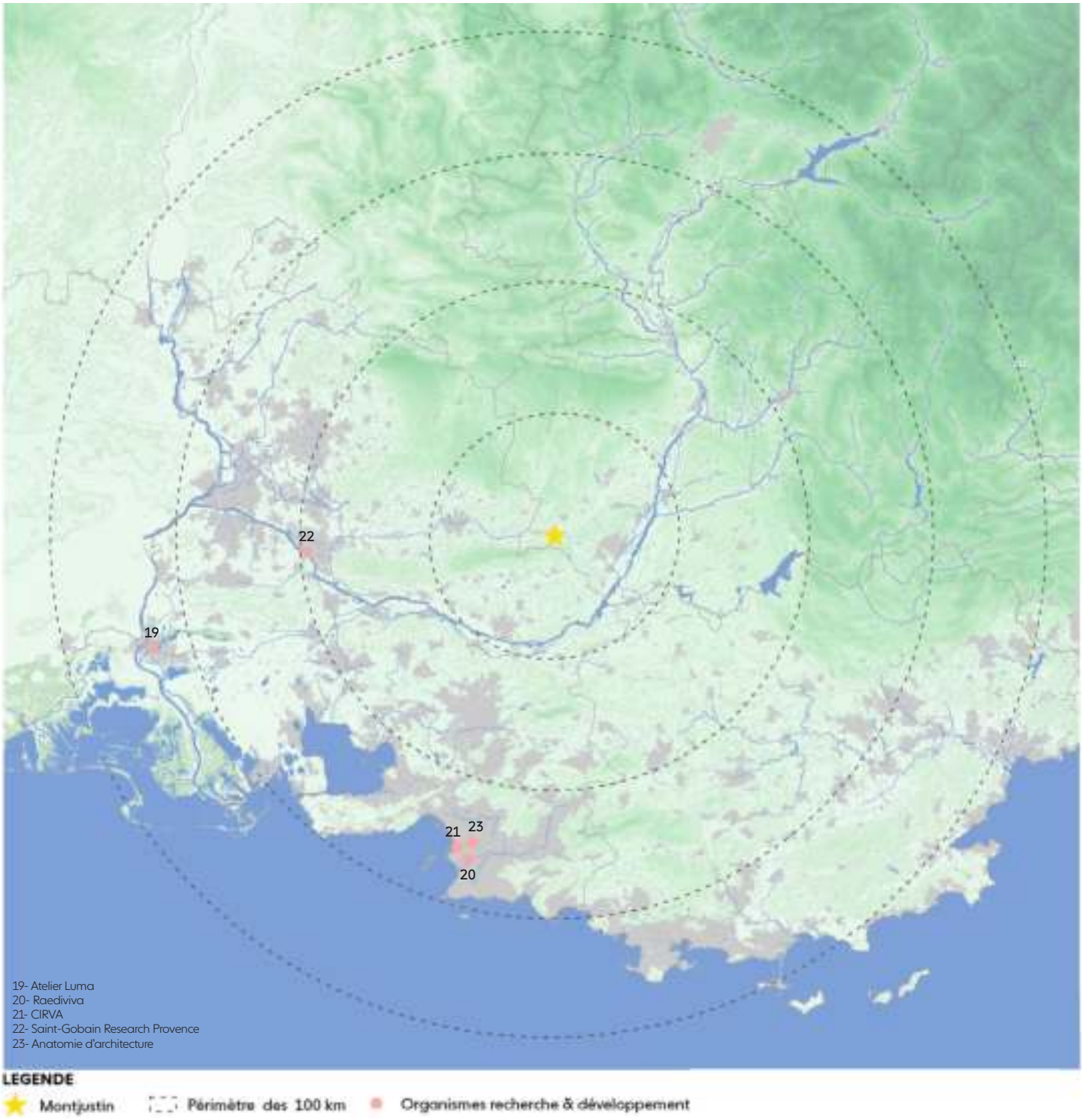
QUALITÉS

Un matériau résistant : il réagit bien à la compression et peut se comprimer sans se dilater.
Difficilement inflammable
Imperméabilité aux gaz et aux liquides
Résistant aux parasites et à la putréfaction
Bilan carbone excellent
Confort : sa composition offre une très bonne conductivité thermique et un important déphasage thermique.

LIMITES

Le liège est un **matériau coûteux.**
Production régionale limitée aux granulats.
Cet isolant, rare et cher dans la région, est précieux, et son utilisation peut se limiter à des zones où d'autres matériaux biosourcés ne sont pas adaptés, par exemple dans les zones de compression d'un complexe ou d'humidité (remontée capillaire).
L'isolant de Liège Junqué n'est pas encore caractérisé, mais des études sont en cours pour définir ses propriétés.

19- Atelier Luma



RENCONTRE AVEC

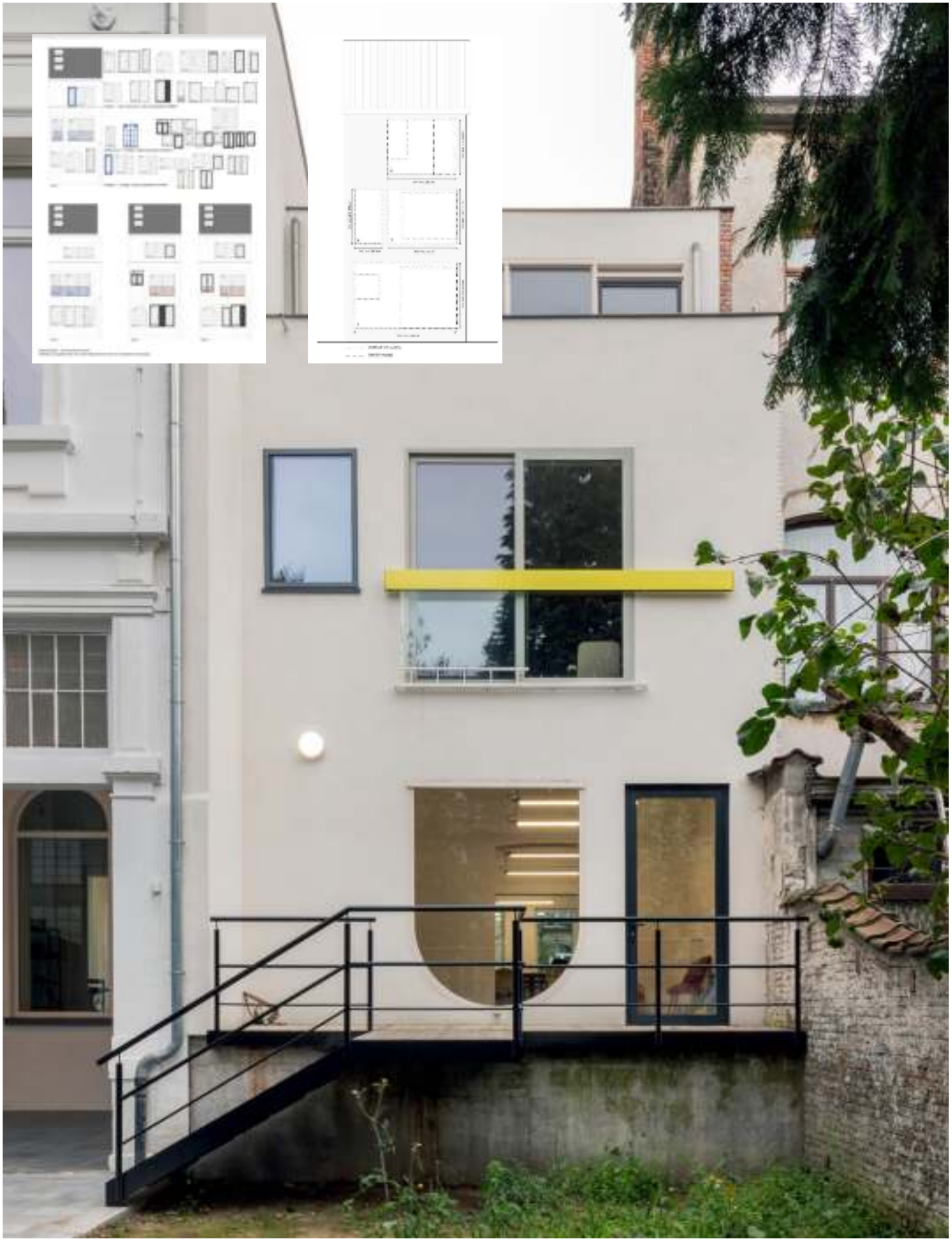
19- ATELIER LUMA
Lieu d'expérimentation des ressources & savoirs-faire sous l'angle du design Design
Lieu : 53 chemin des Minimes, 13200 Arles

20- RAEDIVIVA
Organisme développant la filière réemploi
Lieu : 2 impasse Croix de Régnier 13004 Marseille

21- LE CIRVA
Lieu de recherche sur le verre associé aux arts plastiques
Lieu : 62 Rue de la Joliette, 13002 Marseille

23- ANATOMIE D'ARCHITECTURE
Coopérative qui explore l'habitat écologique
Lieu : 15 Boulevard Léglize, 13004 - Marseille

EXPÉRIMENTATION & INNOVATION



Façade en intérieur d'ilôt composée avec des fenêtres de réemploi - Zinneke, Bruxelles, Ouest architecture

Portique de Santa Maria in Trastevere (Rome). Décoration faite de fragments d'inscriptions et de sarcophages antiques ce stype d'intervention à cette époque est appelé : Spolia

Terrasse en béton recyclé à base de tuile concassée - Maison la Turbie, Atelier Aïno

La grande halle, la reserve des arts - lieu de stockage de matériaux de réemploi orientés autour des arts et de la culture.

FILIÈRE DE NICHE

Pour définir succinctement cette pratique frugale, le réemploi consiste à utiliser une deuxième fois des éléments constructifs plutôt que de les considérer comme des "déchets". Il est important de rappeler que le travail de déconstruction et de réemploi était la norme dans le secteur de la construction depuis l'Antiquité jusqu'à la période industrielle.
Le réemploi a connu un grand développement au cours de ces dix dernières années, en réponse aux pratiques constructives standardisées. Cette filière se développe à différentes vitesses selon les régions et les pays. En effet, la Belgique et les Pays-Bas ont grandement contribué à son essor, ouvrant ainsi la voie à un mouvement en France, plus précisément dans le Nord.
Cette approche est présente en Provence sous une forme plus traditionnelle, liée à l'activité des antiquaires très présents en Provence. À travers leur profession, ils ont développé une réutilisation des matériaux plutôt destinée à la rénovation patrimoniale de luxe (tuiles, tomettes, pierres, ...).
La région PACA est actuellement aux prémices d'une structure soutenue par des organismes fédérateurs tels que Raediviva ou encore l'Association régionale des ressourceries (ARR) PACA.

LE RÉSEAU COMME VECTEUR

En raison de la pression foncière dans notre région, la question du stockage des matériaux constitue un réel frein selon Raediviva.
À ce stade, le développement de cette filière dans la région se fait sous forme de réseaux de fournisseurs et d'utilisateurs. Raediviva met actuellement en relation des professionnels pour répondre aux besoins du projet.
Grâce à une recherche d'investigation, ils identifient les acteurs potentiels susceptibles d'apporter des ressources à un projet et créent un maillage interprofessionnel.
Dans le cadre de Montjustin, il serait intéressant de rencontrer, dans un premier temps, des revendeurs de pierres et de tuiles.

ANTICIPER ET COORDONNER

Il est important de prendre conscience du caractère chronophage de cette démarche.
Le réemploi nécessite d'être anticipé très tôt dans le projet. Il faut définir les éléments du projet susceptibles d'être issus de la filière afin de prendre connaissance des possibilités et des réalités qu'impliquent l'utilisation de ces ressources : disponibilité, tests techniques, reconditionnements, stockage, etc.
Si une ressource apparaît sur le marché avant le lancement du chantier, il peut être intéressant de la saisir. Par la suite, l'architecte et la maîtrise d'ouvrage devront établir une stratégie pour que les futurs corps d'état mettent en œuvre ces matériaux.
Cela peut passer par des descriptifs de métrés ou des cahiers des charges. Les clauses à rédiger doivent être bien étudiées.
Les questions de garanties et de normes peuvent complexifier le marché. Enfin, les questions de stockage doivent être envisagées en amont.
Un expert en réemploi peut être intéressant pour accompagner cette pratique.

Ces quelques points mettent en évidence la réalité de cette pratique où l'architecte, la maîtrise d'ouvrage et les artisans doivent travailler en collaboration.

ATELIER LUMA
LABORATOIRE DES RESSOURCES ET SAVOIR-FAIRE LOCAUX

Espace d'accueil du magasin Electrique :

- Le sol est réalisé avec de la terre cuite concassée
- Les murs se déclinent en deux finitions terre :
La partie basse est en Pisé
Le bandeau supérieur est en BTC

Façade réalisée avec un des tuiles de terre cuites concassées et un enduit
Magasin éléctrique, Atelier Luma

Poignée de porte avec un système de béquille en cristaux de sel remplaçable.
Le sel à des propriété antiséptique. - Magasin éléctrique, Atelier Luma

Partie supérieure : finition, enduit terre & partie inférieure : panneaux rigides en fibres de tournesol - Magasin éléctrique, Atelier Luma

ATELIER LUMA

Ce programme de recherche, développé en 2017, appartient à la fondation Luma.
Le laboratoire travaille en relation directe avec son contexte géographique et culturel, à savoir : la Camargue, les Alpilles et la plaine de la Crau.
L'atelier étudie les ressources et les savoir-faire locaux à travers le prisme du design. Conçu comme un espace de recherche, de fabrication et de partage, il s'appuie sur des réflexions sociales, historiques, environnementales et culturelles pour mener à bien ses projets.
Un réseau pluridisciplinaire regroupant designers, artistes, biologistes, ingénieurs, sociologues, etc., alimente ces réflexions sur les problématiques de transition écologique, économique et sociale.

PROJET PILOTE

En 2019, la fondation Luma a lancé un projet de rénovation d'une halle sur leur site : **le Magasin Électrique**.
Ce projet, développé en collaboration avec Assemble et BC architects, a été l'occasion de mettre en pratique les recherches biorégionales défendues par l'atelier Luma. Dans leur étude, ils ont également défini un rayon d'action, celui-ci étant de 70 km.
Le bâtiment est utilisé comme un outil pour tester les expériences développées au sein de ce laboratoire. Du gros œuvre au parachèvement, tout est envisagé comme un moyen de s'éloigner des processus de standardisation architecturale.
Dans les prototypes qu'ils ont développé la majorités des gisements et leur production furent établis dans le rayon d'action. Un des matériaux employés en dehors des 70 km fut l'argile Bentonite un argile spécifique qui possède de nombreuses propriétés physiques nécessaires aux prototypes en terre qu'ils ont mis en oeuvre.
Le design reste le principal outil pour appliquer leurs recherches.
Les défis de cette construction étaient de passer à une échelle d'expérimentation des matériaux plus importante, de répondre à un certain niveau de normes et de préconisations imposées dans le secteur du bâtiment et enfin de contextualiser ces prototypes.

EXPLORATION À VENIR

La fin de ce chantier amène l'atelier Luma à un moment charnière dans la poursuite de ses recherches. Ce microcosme a développé une expérience qui pourrait maintenant s'ouvrir à de nouvelles réalités. À ce stade, aucune décision n'a été prise, mais différentes orientations se dessinent :

- Les connaissances développées pourraient être appliquées à des projets extérieurs. Cette approche permettrait de s'ancrer dans la réalité. Dans cette optique, ils pourraient devenir des **experts& conseillés** dans ces nouvelles pratiques accompagnant des acteurs de la construction. Cette première option nécessite de définir un modèle économique et de préciser les sujets qu'ils souhaiteraient défendre.
- Une deuxième réflexion serait **l'ouverture d'un lieu pour soutenir une nouvelle économie et faire évoluer les processus de production**. Cette problématique prendrait forme à travers un lieu de formation et de sensibilisation aux procédés de production et de construction locaux : **la "bio-fabrique".**

Ces deux axes pourraient enrichir le projet de Montjustin, en combinant les ressources, les savoir-faire locaux et l'innovation de ce laboratoire.

LE CIRVA
LIEU DE COLLABORATION ENTRE L'ART, L'ARTISANAT ET L'INDUSTRIE

Atelier du CIRVA

Jimmie Durham, projet en cours, 2017. Photo : D. Giancatarina

Grégory Granados, projet en cours, 2020. Photo : G. Granados

LE CIRVA

Le Centre International de Recherche sur le Verre et les Arts plastiques est un lieu de rencontre entre les artisans et les artistes. Créé par Jack Lang dans les années 80, il avait pour objectif de revaloriser le travail du verre à travers l'échange des savoirs entre les pratiques artisanales, industrielles et artistiques.
Cette interrelation se traduit par une transmission de matériaux et de savoirs entre ces trois domaines :
Leur matériau de production provient de l'industrie, puis les artisans transmettent leur savoir aux artistes qui ont la possibilité d'explorer ce monde sans contrainte de production.
Le CIRVA est donc avant tout un lieu de découverte artistique.

Des résidences, étalées sur deux ans, sont proposées afin que les artistes explorent ce matériau et l'intègrent à leur pratique. Les intervenants doivent être présents pendant 5 à 6 semaines par an.

Ce temps prolongé permet d'approfondir la recherche, de la faire évoluer et de tisser des liens entre les différents acteurs.

LA PRATIQUE DU VERRE

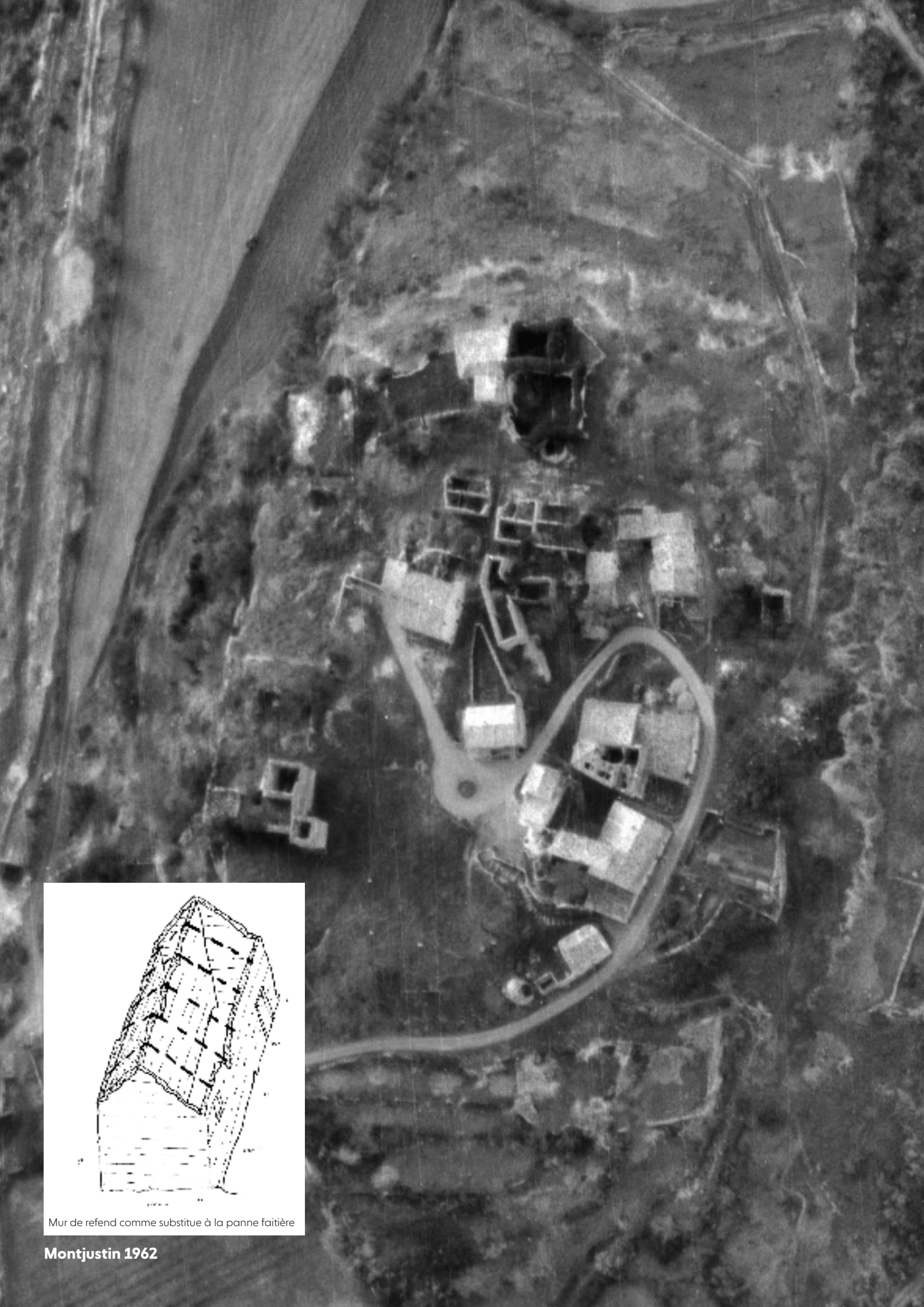
Dans le même esprit que le CIRVA, les artisans travaillant le verre collaborent souvent avec des industriels. Les pratiques se sont modernisées et les artisans ont adapté leurs méthodes aux productions industrielles.

Aujourd'hui, il existe encore une verrerie qui continue son activité artisanale à des fins architecturales :
La Verrerie de Saint-Just, fondée en 1826, souffle le verre à la bouche dans la Loire en utilisant la même technique depuis le XIXe siècle.
C'est la dernière verrerie en France à souffler du verre et à le façonner pour des applications architecturales : vitraux, décoration, vitrerie pour bâtiments anciens et Monuments Historiques (simple et double vitrage).

LE 1% ARTISTIQUE

Ā la suite de ces résidences artistiques, si l'un des invités produit une pièce pouvant être répétée et "industrialisée", des démarches peuvent être entreprises pour établir une collaboration entre l'artiste et l'industrie.
Dans cette recherche d'interrelation, le CIRVA pourrait inverser les polarités : l'artiste fournirait à l'industrie.
Cependant, le caractère artistique rend l'objet dit industriel très onéreux.

Un élément rendant hommage à ce savoir-faire artisanal pourrait être une piste dans le développement du projet de Montjustin.



Mur de refend comme substitue à la panne faitière

Montjustin 1962

DE NOUVELLES CLÉS DE LECTURE

Cette étude offre des clés de lecture sur les ressources et leur relation avec leur région, ainsi que sur les contraintes et avantages qu'elles présentent dans un contexte donné.
L'investigation menée a permis de mettre en lumière l'histoire et les potentialités de ces matériaux à travers le regard d'acteurs ancrés dans leur territoire.
Les matières et savoir-faire explorés ici étaient souvent connus, de près ou de loin, mais l'approche développée offre de nouvelles perceptions de ces ressources et pratiques.

Le soutien mutuel des filières émergentes a été un point important qui a été souligné à plusieurs reprises.
Un esprit collaboratif se fait ressentir, facteur social et professionnel qui peut venir enrichir les projets d'architecture.

DIVERSIFIER LES RESSOURCES

L'industrialisation, puis l'hégémonie du béton et la mondialisation, ont eu un impact considérable sur de nombreuses filières, reléguant certaines au second plan, voire les effaçant de nos savoir-faire constructifs et architecturaux.

Cependant, ces techniques et ressources réapparaissent progressivement dans le domaine de la construction depuis quelques décennies. Malgré la surexploitation dénoncée par de nombreux organismes et activistes, le béton conserve sa position prédominante. Il est important de l'utiliser de manière réfléchie. Comme d'en d'autres domaines en termes d'écologie, il faut actuellement peut-être sortir d'une logique de matériau unique, pour utiliser des matériaux variés permettant une maîtrise de leur consommation et de leur potentiel renouvellement.

L'étude révèle la diversité des matériaux disponibles dans la région et le développement des filières respectives. Cependant, cette structuration n'est pas aisée et nécessite un soutien afin de tendre vers une diversification des matériaux, permettant ainsi d'apprendre à utiliser les matériaux adaptés aux besoins, enjeux et contextes sociaux et environnementaux.

DES RESSOURCES INEXPLORÉES

Comprendre les ressources et les savoir-faire d'un territoire est un sujet vaste, et ces rencontres ont permis d'explorer un large éventail des ressources dans le secteur de la construction selon des échelles d'entreprise variées.
Cependant, certaines ressources liées à l'habitat n'ont pas été abordées (la terre cuite, le verre, l'acier, ...) dans ce rapport principalement pour deux raisons :

- Les acteurs identifiés n'ont pas été disponibles pour partager leur pratique.
- La ressource n'est pas présente sur le territoire ou n'est plus produite.

Par exemple, les tuileries marseillaises ont joué un rôle majeur dans la ville, et il serait intéressant de comprendre l'histoire et la situation actuelle de la production de tuiles dans la région.
Le verre, matériau essentiel dans la construction, n'est plus produit dans la région, et approfondir ce sujet est un élément clé pour la réalisation de cette étude.

Il serait possible d'approfondir ces recherches en adoptant un autre angle d'approche et en conservant le format de rencontres qui est à la base de ce travail.
Il pourrait être intéressant d'élargir le champ de recherche afin de déterminer le rayon d'action minimum pour se procurer ces produits ou d'aller à la rencontre d'anciens exploitant de ces ressources dans le rayon des 100 km afin de comprendre leur histoire.
Ces nouvelles investigations pourraient constituer la prochaine étape de cette recherche.

UN CONTEXTE QUI REFLÈTE LA STRUCTURATION DES FILIÈRES

Au-delà des constructions standardisées, en termes de matériaux bio et géosourcés, la présence de la pierre reste dominante en Provence, et cela se retrouve également dans la structuration et l'exploitation des filières.
Cette ressource est très présente dans la région et a été utilisée tout au long de l'histoire. La disponibilité de la pierre et ses propriétés répondaient aux besoins des sociétés de cette biorégion.
En revanche, l'histoire du bois révèle qu'il n'a pas été utilisé en tant que ressource première dans la construction et en particulier à Montjustin. On peut même voir sur les photos historiques qu'un mur de refend était systématique placé sous la faîtière des logements, permettant pour cette dernière d'utiliser des plus petites sections de bois en diamètre et en longueur.

Si la filière bois accuse aujourd'hui un retard vis à vis des régions alentours, il est donc certainement moins lié à une perte de savoir faire qu'à une sous-exploitation historique de cette ressource.
Cette dualité montre que les prédominances de matériaux vernaculaires encore utilisés sur le territoire ont un ancrage historique souvent profond.
Néanmoins, on note une forte culture historique locale de la terre cuite, qui elle, a été complètement déstructurée et a actuellement presque disparu dans son application pour le bâtiment.

Il s'agit aujourd'hui de préserver ces traditions et d'ouvrir la porte aux nouvelles filières émergentes.
La coexistence de ces techniques pourrait se développer dans le cadre d'une pratique architecturale locale et intelligente.
La mise en œuvre de nouveaux matériaux adaptés à leur contexte est un atout majeur dans le projet de Montjustin et dans la promotion d'une architecture contemporaine et vernaculaire.

BIBLIOGRAPHIE

« BalleConcept : vente et conditionnement de balle de riz ». s. d. Balle Concept. Consulté le 10 mai 2023. https://balleconcept.com/.

« Bâtiments ». s. d. Agence de la transition écologique (blog). Consulté le 19 avril 2023. https://www.ademe.fr/les-defis-de-la-transition/batiments/.

« Camargue : en mémoire des travailleurs indochinois ». 2023. France Inter. 19 avril 2023. https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/camille-passe-au-vert/camille-passe-au-vert-du-mercredi-19-avril-2023-9180784.

« Carrières de Provence, spécialisées dans l'exploitation de pierre de taille de Provence, dans les Bouches du Rhône, le Vaucluse, et le Gard ». s. d. Consulté le 10 mai 2023. https://www.carrieresdeprovence.com/details-carrieres+de+provence+specialisees+dans+l+exploitation+de+pierre+de+taille+de+provence+dans+les+bouches+du+rhone+le+vaucluse+et+le+gard-6.html.

« Conférence Gilles Perraudin - Architectes sans architecture - Vidéo Dailymotion ». 2021. Dailymotion. 25 novembre 2021. https://www.dailymotion.com/video/x85v0wf.

« CO2e, COeq : tout savoir sur l'équivalent CO2 ». 2021. Foresteam. 19 octobre 2021. https://www.foresteam.fr/post/equivalent-co2.

« Conférence Gilles Perraudin - Architectes sans architecture - Vidéo Dailymotion ». 2021. Dailymotion. 25 novembre 2021. https://www.dailymotion.com/video/x85v0wf.

Construire l' architecture. 2018. Boston/Berlin, MA: Birkhauser.

« Décroissance et topophilie | Savoir | Topophile ». 2019. 13 novembre 2019. https://topophile.net/savoir/decroissance-et-topophilie/.

École des Ponts ParisTech, réal. 2022. [Séminaire Stratégie Neutralité Carbone] Philippe Madec - avr. 2022. https://www.youtube.com/watch?v=lNT9qjvE56A.

Ensa de Paris-Est, réal. 2022. Conférence Léopold Banchini, Tears in the Club | Éav&t. https://www.youtube.com/watch?v=CPYFxkQjqtk.

https://frugalite.org/author/aude-geant. 2020. « Cartographie ». Frugalité heureuse & créative. 4 septembre 2020. https://frugalite.org/ressources-2/cartographie/.

« Le biorégionalisme ou repenser les territoires avec Mathias Rollot ». 2020. France Inter. 7 juillet 2020. https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/chacun-sa-route/le-bioregionalisme-ou-repenser-les-territoires-avec-mathias-rollot-1550063.

« L'école du terrain ». s. d. L'école du terrain. Consulté le 13 avril 2023. https://lecoleduterrain.fr/.
Moniteur, Le. 2023. « Matériaux bio et géosourcés : une pétition pour une TVA réduite », janvier. https://www.lemoniteur.fr/article/materiaux-bio-et-geosources-une-petition-pour-une-tva-reduite.2250856.

« Pistes de réduction de l'empreinte carbone du béton ». 2021. Elioth (blog). 3 mars 2021. https://elioth.com/pistes-de-reduction-de-lempreinte-carbone-du-beton/.

« Portail cartographique IFN V2 ». s. d. Consulté le 10 mai 2023. https://inventaire-forestier.ign.fr/cartoifn/carto/afficherCarto/V2?layers=TFFFFFFFFFFT#layers=B00FFFFFFFT&zoom=12&lat=5416904.04579&lon=636151.78712.

« Quel(s) matériau(x) choisir pour une isolation écologique ? » 2019. Ordre des architectes. 16 octobre 2019. https://www.architectes.org/quels-materiaux-choisir-pour-une-isolation-ecologique.

Rager, Mathis, Emmanuel Stern, et Raphaël Walther. 2020. Le tour de France des maisons écologiques. Paris: Éditions Alternatives.

« Résultats de la recherche - EnviroBOITE ». s. d. Consulté le 10 mai 2023. https://www.enviroboite.net/spip.php?page=recherche&recherche=topmat%C3%A9riaux#ressources.

Rauch, Martin. s. d. « TERRE à TERRE DOWN to EARTH ».

« Réseau français de la construction paille ». s. d. RFCP. Consulté le 24 mai 2023. https://www.rfcp.fr/.
Rizzotti, Philippe. 2022. L'empreinte d'un habitat: Construire léger et décarboné = Housing footprint: light and low carbon construction. Paris: Pavillon de l'Arsenal.

« S'installer au village ». s. d. L'école du terrain. Consulté le 13 avril 2023. https://lecoleduterrain.fr/projet/les-bogues-du-blat/.

« Visualiseur InfoTerre ». s. d. Consulté le 10 mai 2023. http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do.

NOTE

Concorde

22 rue Adolphe Thiers 13001 Marseille
concorde@concorde-a-u.com
https://concorde-a-u.com/

Caisse des Dépôts GROUPE

BANQUE des TERRITOIRES GROUPE CAISSE DES DÉPÔTS

EPAU GROUPEMENT D'INTÉRÊT PUBLIC
L'Europe des Projets Architecturaux et Urbains

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

ENGAGÉS POUR LA QUALITÉ DU LOGEMENT DE GERMAN