

# BÂTIMENTS AGRICOLES EN BOIS : L'ALTERNATIVE L'EXEMPLE SUISSE



## REMERCIEMENTS

Je remercie M. John Oppliger, directeur de FARMWOOD SARL, qui m'a accueilli du 11 mars au 27 juillet 2007 dans son entreprise.

Je remercie également M. Raphaël Bretillot, responsable en chef de l'équipe de techniciens en ossature bois avec qui il a été très enrichissant de travailler.

Je porte également une attention particulière à toute l'équipe de FARMWOOD SARL ainsi que tous ceux avec qui j'ai travaillé au cours de ce stage. Leur dynamisme et leurs compétences ont été très appréciés.

## AVANT-PROPOS

Ce mémoire professionnel est le fruit de deux entités complémentaires : une période d'enseignement théorique dans le cadre du Master 2 « Concevoir et Réaliser avec le Bois » (Créabois), en partenariat avec l'université Bordeaux I et l'école d'architecture et de paysage de Bordeaux, complétée par un stage en entreprise d'une durée de 5 mois.

Celui-ci avait pour but d'apporter un contenu pratique et professionnel aux enseignements théoriques de la formation, en vue d'une intégration professionnelle.

J'ai pour ma part eu l'opportunité de réaliser ce stage en Suisse romande chez FARMWOOD Sarl, petite entreprise de 45 employés, créée en 1998 et spécialisée dans la construction bois à grande portée. Elle a actuellement plus de 300 références dans la construction de bâtiments agricoles, essentiellement en Suisse romande.

Ce stage au sein de l'entreprise FARMWOOD Sarl a été très enrichissant pour moi. En effet, au cours de ces 5 mois de stage, l'équipe de l'entreprise a été très présente pour que ce stage se déroule dans les meilleures conditions possibles. De plus, j'ai eu la chance de participer à des études très intéressantes, choisies spécialement pour moi parmi la quinzaine d'affaires en cours. J'ai tout naturellement commencé par passer 6 semaines au sein d'une des équipes de charpentiers. Après cette mise en situation sur le terrain, il m'a été tout d'abord demandé de travailler sur un petit projet, au sein du bureau d'étude. Cela afin que je me familiarise avec les outils de dessins, de calculs et l'organisation spécifique d'un projet complet. Très vite, il m'a été confié des projets plus complexes que je devais mener et gérer en totalité.

Mon choix dans cette entreprise s'est inscrit au sein des objectifs que je m'étais fixé pour cette année universitaire : acquérir une « culture bois », comprendre la filière bois française, et avoir toute les connaissances théoriques et pratiques pour être capable de concevoir des bâtiments en bois. L'ensemble de ces connaissances a été complété par le regard critique acquis par mon expatriation en Suisse. Tout cela forme un tout fort utile, que je garde précieusement en vue de mon entrée prochaine dans le monde du travail.

Ce mémoire a pour objectif de relater une partie du travail effectué au cours de ces 5 mois en entreprise et de le mettre en relation avec les enseignements théoriques du master 2 « Créabois ». Mais, via un important travail de recherche et de documentation, il a également pour but d'apporter un complément d'informations sur le contexte socio-économique dans lequel il s'intègre. La construction de stabulations, et de manière générale des bâtiments agricoles à ossatures bois est en effet à la fois une curiosité, une particularité et une alternative à ce qui est fait actuellement...

Bonne lecture à tous!

# SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	4
1 <sup>ERE</sup> PARTIE : CONTEXTE DE LA CONSTRUCTION DE BÂTIMENTS AGRICOLES.....	5
1. L'agriculture et le bâti agricole .....	6
1.1. Données chronologiques de l'agriculture moderne .....	6
1.2. L'influence de la modernisation agricole sur le bâti .....	8
1.3. Point de vue sociologique .....	13
2. Un cadre législatif et politique favorable .....	14
2.1. Les règles d'urbanisme.....	14
2.2. Le rôle de l'architecte.....	14
2.3. Aides et subventions .....	15
2.3.1. Au niveau régional .....	15
2.3.2. Au niveau national .....	17
3. L'expérience suisse .....	18
3.1. Situation géographique, économique et démographique rapportées à l'agriculture.....	18
3.2. Le modèle suisse .....	21
3.3. Analyse du cas Farmwood Sarl.....	22
2 <sup>EME</sup> PARTIE : CONCEPTION ET REALISATION DE BÂTIMENTS AGRICOLES EN BOIS .....	24
1. Le choix du matériau bois dans la construction.....	25
1.1. De nombreuses qualités .....	25
1.1.1. Ecologie et développement durable .....	25
1.1.2. De très bonnes propriétés mécaniques .....	26
1.1.3. Un comportement au feu inspirant la sureté.....	26
1.1.4. Un matériau confortable... ..	27
1.1.5. ...et économique .....	27
1.1.6. Les produits dérivés .....	28
1.1.7. Les petits plus pour les bâtiments agricoles.....	28
2. Analyse technique.....	30
2.1. Généralités-Nomenclature .....	30
2.2. Détails constructifs.....	31
2.2.1. Types de fermes utilisés pour la construction de bâtiments agricoles.....	31
2.2.2. Type de pannes.....	32
2.2.3. Type de bardage.....	33
2.2.4. Les portes coulissantes.....	37
2.2.5. Réalisations complètes /cas concrets .....	38
2.3. Critique du modèle Farmwood .....	39
CONCLUSION .....	40
BIBLIOGRAPHIE .....	41

## INTRODUCTION

Afin, de mieux cerner le type de bâtiment et le contexte dans lequel sont conçues et réalisées ces structures en bois, il sera tout d'abord question du contexte socio-économique. Centrée sur la France, pays que je connais le plus, cette partie sera complétée d'une partie relative à la Suisse. Des références et des chiffres-clé sur le marché Européen, Suisse et Français étayeront une analyse précise. En effet, le présent texte se veut compréhensible (dans la mesure du possible) d'un lecteur suisse, français ou européen.

Par la suite, on s'intéressera au matériau bois, qui, au cœur des vies d'autrefois, revient sur le devant de la scène. C'est en effet un matériau aux multiples qualités, trop longtemps délaissé. Cette seconde partie aura également pour but de comprendre comment ces structures sont conçues et réalisées. Les éléments méthodologiques spécifiques à FARMWOOD Sarl seront également traités et critiqués. Des références à mes propres réalisations, pour la plupart à consulter en annexe ou sur le CD-ROM joint, apporteront un contenu pratique complémentaire.

Enfin une bibliographie détaillera les ouvrages dont je me suis servi pour la rédaction de ce mémoire, et le CD-ROM joint contiendra (en plus de certains éléments de ma bibliographie) une sélection de documents choisis qui ont une relation éloignée avec ce présent mémoire, mais qui offrent un complément de connaissances fort intéressant. Par exemple sur l'agriculture, sur le bois et son utilisation en construction de maisons individuelles, etc.

Ainsi, ce mémoire offre plusieurs niveaux de lecture : un premier niveau : le texte de base, bien sûr, mais que l'on peut agrémenter dans une lecture plus longue, avec les annexes. Un troisième niveau de lecture est obtenu en rajoutant, si on le souhaite, la consultation des éléments numériques, contenus dans le CD-ROM (référéncés dans le texte par \* ).

Cela est également une volonté personnelle de laisser les éléments « gourmands en papier » au format numérique.

1<sup>ERE</sup> PARTIE :

CONTEXTE DE LA CONSTRUCTION  
DE BATIMENTS AGRICOLES

# 1. L'AGRICULTURE ET LE BÂTI AGRICOLE

La France est un pays de tradition agricole. Cette activité s'étend aujourd'hui sur plus de la moitié du territoire. Elle atteint 5 % du PIB (en y ajoutant l'agroalimentaire). Son poids demeure essentiel dans le commerce extérieur comme dans l'occupation de l'espace.

D'un point de vue européen, l'agriculture française est la première pour les céréales, la volaille et la viande bovine\*.

Afin de mieux comprendre les enjeux de l'agriculture moderne et par conséquent la place des bâtiments agricoles, voici quelques données historiques.

## 1.1. Données chronologiques de l'agriculture moderne

La forme moderne de l'agriculture date de la III<sup>ème</sup> république (1875-1940). C'est au début de cette période que le modèle du paysan moderne apparaît, c'est-à-dire propriétaire, soldat et prenant part à la vie politique locale. En effet, en 1884, Jules Méline, alors Président du Conseil, facilite grâce à des mesures protectionnistes l'accession des paysans à la propriété. Trois ans auparavant, Gambetta instituait le premier ministère de l'Agriculture. Par la suite, la période des Trente Glorieuses renforce encore la légitimité des paysans avec la fameuse loi Pisani (datant de 1962) qui fait passer les exploitations agricoles d'un modèle artisanal à un modèle entrepreneurial, plus technique, plus économique, capable de générer de la matière première à bas prix pour l'industrie agro-alimentaire. Cette réforme est favorisée par des agriculteurs en mal de reconnaissance et désireux d'accéder à la société de consommation. Cette réforme est un « succès ».

Pour ne citer qu'un exemple, des produits tels que les poulets, considérés hier comme un luxe, deviennent accessibles à tous. Dans le domaine des cultures céréalières l'évolution est aussi spectaculaire. De 1955 à 1994, on passe d'une production annuelle de 10 millions de tonnes de blé à 30 millions et la productivité a été multipliée par 7,2 entre 1950 et 1980\*.



***Figure 1 : Moisson céréalière « moderne »*** (source personnelle)



Pour résumer, il a fallu dix ans à la France (1960-1970) pour devenir autosuffisante dans la plupart des secteurs de production et devenir exportatrice. Cela dépasse même les espérances puisqu'en 1984, l'instauration des quotas laitiers sonne l'alarme d'un état de surproduction endémique. C'est à partir du milieu des années 80 que cette logique productiviste atteint son point de rupture, appuyé par les crises successives de la vache folle et de la fièvre aphteuse. Dès lors, le schéma productiviste et industriel de l'agriculture est de moins en moins supportable. L'agriculteur moderne passe pour un pollueur et un producteur de « malbouffe ». La diminution de la population agricole qui résulte de la modernisation est également un sérieux problème qui n'arrange rien\*.

Originaire d'un village lorrain le nombre d'exploitants agricoles du village est passé de 4 à 1 entre la fin des années 80 et aujourd'hui. Rachetant les terres des autres et se modernisant, un seul agriculteur a désormais sa place. Et ce schéma se vérifie au niveau régional mais également national (voir aussi §1.2). Les données statistiques sont éloquentes, puisque la population agricole représente seulement 3,5 % de la population active (représentant 2% du pays, *source 2005, Eurostat\**).

S'en est suivie une période de crise que l'Europe et l'Etat a essayé d'enrayer via un système de subventions. Mais, favorisant les grosses exploitations, et donc n'enrayant pas la raréfaction des emplois agricoles, il est alors décidé de rester dans une logique d'aides mais de changer leur affectation. Les Contrats Territoriaux d'Exploitation (C.T.E.) mis en place par Louis Le Pensec, ministre de l'agriculture de 1997 à 1998, sont réellement la première amorce d'un système alternatif. Ces aides de l'Etat sont accordées à un exploitant sur la base du développement durable (emploi, respect de l'environnement, qualité de l'alimentation...). Ces mesures favorisent une agriculture de terroir, la mise en exergue d'une richesse régionale. La loi d'orientation agricole de 1999, initiée par le gouvernement d'Alain Juppé et votée sous le gouvernement de Lionel Jospin, vient renforcer cette initiative qui permet à l'agriculture et aux paysans de répondre aux nouvelles exigences de la société, en pratiquant par exemple, une agriculture raisonnée ou des formes de tourisme agricole dit également tourisme rural. (Voir également *annexe 1*)

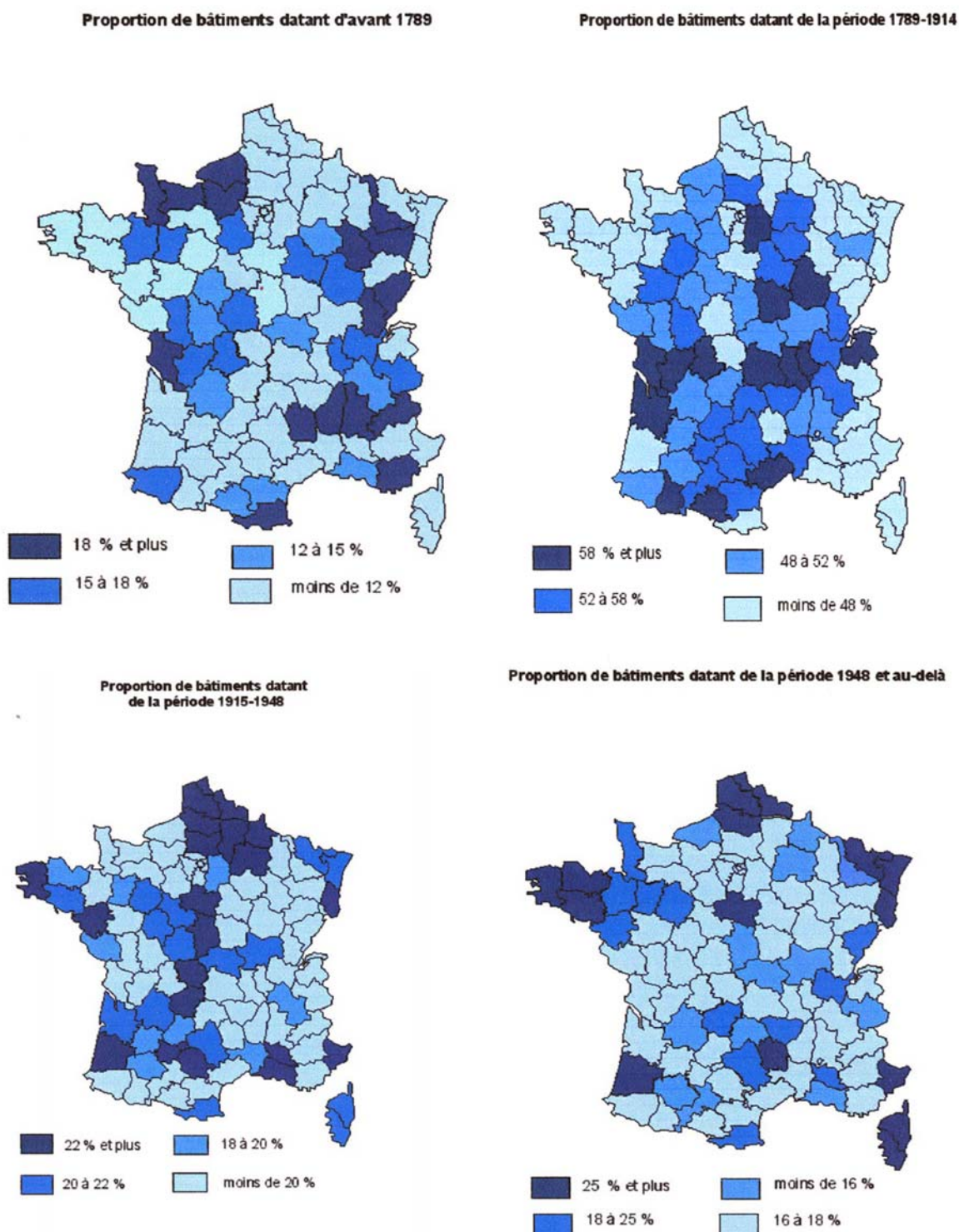
Certes, cela reste marginal, mais dans le premier pays visité au monde, le potentiel est énorme. D'autre part, l'aide à la qualité devrait permettre aux exploitants de jouer davantage leur avenir sur le label, la certification et la garantie d'authenticité du produit. En complément, et qui sait par la suite, en remplacement de l'agriculture de production, cette « autre agriculture » est donc une alternative sérieuse. Le consommateur aura probablement le dernier mot.

Récemment, et dans la continuité de la politique agricole entrepris avec les C.T.E., des règlements européens de développement rural, textes fondateurs à un plan stratégique national ont été initiés sur les tranches 2000-2006 et 2007-2013\*.



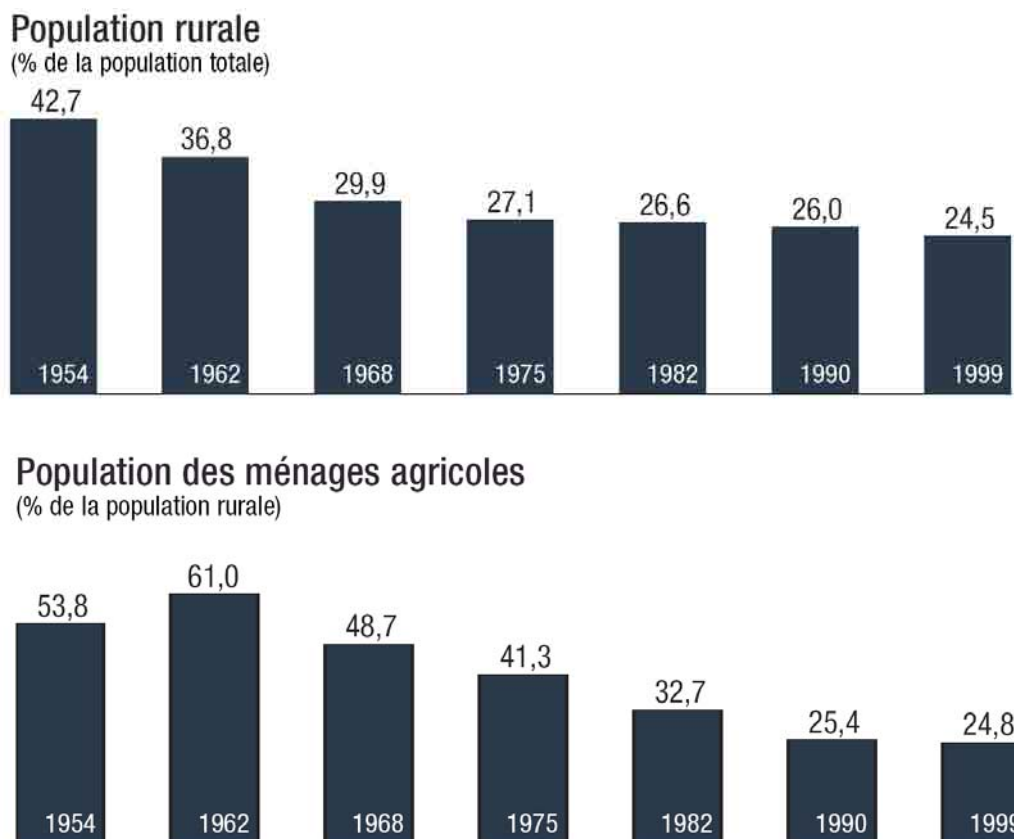
## 1.2. L'influence de la modernisation agricole sur le bâti

À partir de la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, au moment de l'entrée dans l'ère industrielle, le chemin de fer s'étend sur tout le territoire français, drainant les populations rurales vers les villes et diffusant les mêmes matériaux de construction industrielle. Le ciment commence à être utilisé dans le bâti ancien et l'on voit apparaître les premières tuiles mécaniques. À côté d'un bâti de caractère qui fait partie intégrante du « patrimoine rural » et qui constitue un élément structurant des paysages culturels régionaux, de nouveaux types de bâtiments apparaissent. (*Voir également la figure 2*)



**Figure 2 : Les constructions agricoles jusqu'en 1963** (source AGRESTE)

Un meilleur revenu agricole a permis aux paysans de sortir de leur isolement, de mieux équiper leur habitation et à leurs enfants de suivre une scolarité. Mais cette apogée ne dure qu'une trentaine d'années : dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, l'exode rural s'accroît. En même temps, la modernisation agricole se poursuit, entraînant la modification des fermes, voire leur abandon. En 1928, pour la première fois, la population urbaine dépasse celle des ruraux. Ces derniers qui constituaient vers 1848 les trois quarts de la population française ne représentent plus que 67 % en 1876 et 57,9 % en 1906. Depuis, la population agricole n'a cessé de diminuer, passant de 3 millions d'exploitants en 1954 à 590 000 exploitants en 2003\*. Aujourd'hui, elle ne représente plus qu'une très faible part des ruraux qui constituent 25 % de la population totale. (*Voir également les figures 3 et 4 et annexe 2*)



**Figure 3 et 4 : La population agricole** (Source INSEE)

Les deux guerres mondiales accélèrent les changements structurels de l'agriculture qui viennent s'ajouter aux destructions dans quelques régions. Dans les années 50, la production connaît un bond en avant et la motorisation agricole se généralise. C'est la période du remembrement, de la prolifération et de l'augmentation de la taille et de la puissance des engins agricoles.

Jusqu'au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle, les constructions traditionnelles restent adaptées aux lieux et aux fonctions. Elles témoignent de la diversité régionale.

Dès la fin de la seconde guerre mondiale, l'agriculture se modernise à travers un double mouvement : la rationalisation de l'activité dans les territoires les plus mécanisables et l'abandon de terres dans les zones les plus difficiles. Avec la mise en place, en 1961, de la politique agricole commune (P.A.C.), l'agriculture connaît une profonde rupture. Un nouveau modèle se développe, de plus en plus soumis aux lois du marché avec la mécanisation de processus de production et les restructurations

foncières. Cette évolution rend le bâti ancien inadéquat. De plus, les bâtiments anciens sont devenus inadaptés aux exigences de l'agriculture et de l'élevage contemporains, car il est impossible d'un point de vue réglementaire de les utiliser (*voir figure 5*). L'un des effets est la désaffectation des édifices anciens et l'apparition de nouveaux types de bâtiments de dimensions supérieures. L'implantation de structures semi-industrielles hors-sol bouleverse les paysages.



***Figure 5 : Une charmante étable inutilisée au cœur d'un village Lorrain*** (source personnelle)

Dès 1981, le ministère de l'Agriculture, en partenariat avec la Fédération nationale de l'habitat rural, mène une étude en vue d'inciter à la réutilisation de ces parcs immobiliers agricoles. Quatre causes sont identifiées : l'économie bien sûr, l'inadaptation aux nouvelles normes environnementales, sanitaires et sécuritaires, l'absence quasi-totale d'aides à la valorisation du bâti, enfin, d'un point de vue plus culturel et sociologique, le neuf est plus attrayant que l'ancien aux yeux des gens de la campagne. L'augmentation des surfaces favorise l'abandon de bâtiments auparavant afférents à de petites exploitations.

Les transformations sont souvent coûteuses. La structure du bâti ancien, étroite (entre 8 et 10 mètres), et le manque de hauteur sous plafond ont contribué, avec la spécialisation régionale des années 1980, à la désaffectation de ce type de bâtiments, renforcée aussi par le développement de la stabulation libre. Il fallait soit passer à l'élevage de bêtes de petite taille (génisses, porcs), soit construire un bâtiment neuf. Les rares fois où les fermes ont continué d'être utilisées avec de simples modifications de détail sont les bâtiments qui sont traditionnellement vastes, comme dans le vignoble bordelais, ou le centre du Bassin parisien où certaines fermes isolées sont si vastes qu'il a suffi, pour les adapter, de transformer les écuries et les étables, devenues inutiles, en locaux de stockage ou de garages pour les machines agricoles. C'est bien en ces termes que partout le problème se pose. Dans les régions de petites et moyennes exploitations, les agriculteurs rachètent les bâtiments de ceux qui ont cessé leur activité, le plus souvent à proximité directe des leurs mais parfois plus éloignés en habitat dispersé. Tel est le cas des petites exploitations viticoles bourguignonnes.



Dans le même temps, ce développement pousse de nombreux agriculteurs à investir dans des bâtiments annexes plus modernes, qu'ils construisent parfois eux-mêmes (*voir figure 6*) ; silos de stockage des récoltes, porcheries et élevages de volailles. L'essor de l'élevage hors-sol, particulièrement en Bretagne, a eu un fort impact sur le paysage. En trois ans, entre 1971 et 1974, les bouleversements sont tels que 20 % des nouveaux bâtiments agricoles se concentrent dans cette région\*.



***Figure 6 : Exemple d'un bâtiment moderne, probablement fait soi-même...*** (source personnelle)

Les matériaux, essentiellement tôle, parpaing et ciment, sont les mêmes en tout point du territoire. L'enquête réalisée en 1966 annonce déjà cette tendance puisque 68,8 % des bâtiments construits après 1963 et recensés par l'enquête sont recouverts de tôle et de fibrociment. Parallèlement, de nombreuses maisons sont abandonnées car jugées trop difficiles à moderniser, touchant surtout les fermes isolées et les hameaux de montagne, les agriculteurs allant s'implanter dans les vallées ou en plaine dans des maisons plus pratiques et plus confortables.

Tout cela marque une rupture de l'identité du monde paysan et de sa perception par la société. L'utilisation de matériaux industriels, moins onéreux, l'absence de réflexion sur l'intégration paysagère, la vision uniquement pratique que l'on attache à ces nouveaux bâtiments a pour conséquence l'apparition de bâtiment « architecturalement médiocre » (*voir aussi figure 6*). Cette banalisation frappe d'autant plus qu'elle s'oppose aux volumes et à la richesse du patrimoine bâti ancien dont les caractéristiques étaient étroitement liées au milieu naturel et à un savoir-faire issu des traditions et des coutumes locales. Elle s'oppose aussi à son unité car l'habitat et les bâtiments agricoles anciens utilisaient les mêmes matériaux. Pourtant les bâtiments agricoles constituent un élément fort du patrimoine rural. Souvent accompagnés de surfaces d'accès, de stockage ou d'une trame végétale, ils participent au paysage par leur volumétrie simple et grande\*.

Dès le milieu des années 1970, différents ministères, conscient de cette mutation, se penchent sur la question de l'insertion de ces bâtiments dans leur environnement. La qualité des paysages commence en effet à intéresser les Français - qui rejettent de plus

en plus ce type de structures modernes - et devient un enjeu majeur dans l'aménagement du territoire. Un concours est lancé pour récompenser les agriculteurs qui cherchent à mieux intégrer ces bâtiments, en choisissant d'autres matériaux dont la couleur est mieux adaptée à l'environnement local, en adaptant leur forme au relief, etc\*. Accompagnant cet éveil, qui s'interroge sur les améliorations à trouver pour intégrer les bâtiments d'exploitation, émergent les premières normes environnementales. On incite à l'intégration des bâtiments en favorisant toute une réflexion en amont de la construction sur les matériaux employés, la prise en compte du contexte local dans la conception architecturale. C'est alors qu'apparaissent les lois sur la protection de la nature. Celle relative aux installations classées est promulguée en 1976, celle sur l'architecture, en 1977, préconise la qualité des constructions et leur insertion dans le milieu environnant, le respect des paysages. C'est à ce moment là aussi que sont créés les Conseils d'architecture, d'urbanisme et d'environnement (C.A.U.E.), aujourd'hui très actifs dans la promotion architecturale des bâtiments agricoles contemporains (CAUE 45\*, CAUE 68\*...). La loi sur les paysages en 1983 rendra obligatoire le volet paysager des permis de construire. Plus tard, seront instituées des règles dites de « réciprocité » qui imposent des distances entre les bâtiments agricoles et ceux occupés par des tierces personnes (voir *annexe 3*).

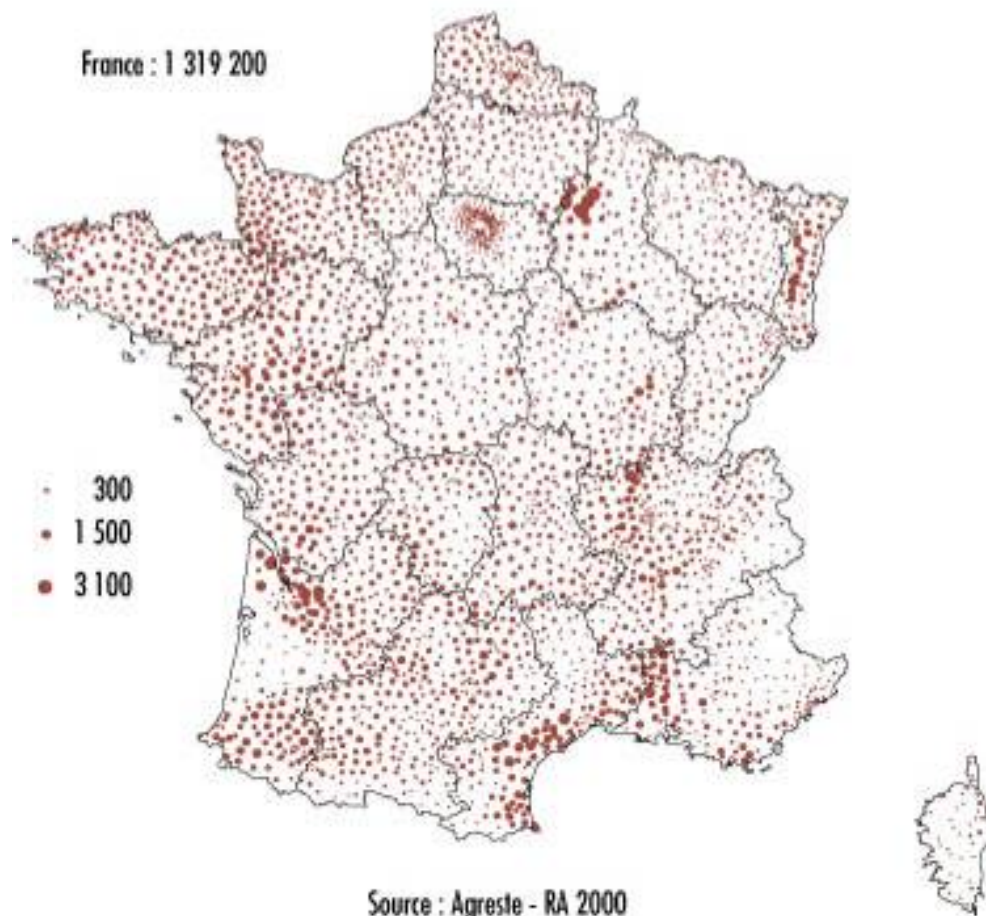
En 1992, à travers les premières mesures agro-environnementales, la nouvelle Politique Agricole Commune (P.A.C.) met en place des plans de développement durable qui incitent à la réalisation d'un diagnostic parfois complété d'un volet paysager et architectural.

L'insertion dans les sites, la préservation et la mise en valeur d'un patrimoine paysager se présentent donc comme les supports favorables d'une valorisation du patrimoine rural, non seulement touristique mais aussi agricole : la qualité des « produits du terroir » s'étend de ce qui est comestible au paysage\*.

Tous s'accordent aujourd'hui : l'architecture des bâtiments agricoles doit permettre de redonner une « image » valorisante du monde agricole et de la campagne habitée, en respectant le patrimoine ancien, en reflétant le sérieux de l'agriculture renouvelée, en affirmant les valeurs culturelles, sociales, touristiques et économiques des paysages ruraux français.

### 1.3. Point de vue sociologique

La population active agricole est inégalement répartie sur l'hexagone et on peut le rappeler est à hauteur de 3,5% de la population active.



***Figure 7 : Nombre d'actifs permanents en 2000***

Pourtant, le monde paysan a un rôle à tenir dans notre futur, et dans un monde globalisé, car il est toujours garant du pétrole vert (sous diverses formes) et de l'indépendance alimentaire du pays. Ce sont d'ailleurs ces mêmes agriculteurs qui auront la charge de répondre à une vision écologique de la nature, de plus en plus présente au niveau national, mais aussi à celle véhiculée par les nouveaux arrivants du monde rural. Pour la plupart, ce sont des retraités issus du baby-boom, en résidences secondaires. Ces « rurbains » ou « néo-ruraux », parfois pour certains, « ...défendent une vision rurale du paysage, celle d'une campagne idéalisée, fantasmatique, qui n'existe plus et qui n'a sans doute jamais existée. » (Source *Télérama*, 2007, voir **annexe 4**). Heureusement, cela ne concerne qu'une minorité.

## 2. UN CADRE LEGISLATIF ET POLITIQUE FAVORABLE

Une forte volonté politique est présente pour encadrer ces constructions et faciliter les orientations nouvelles.

### 2.1. Les règles d'urbanisme

Depuis 2000, dans le cadre de la loi SRU (Loi relative à la Solidarité et au Renouvellement Urbain), les Plans Locaux d'Urbanisme (P.L.U.), remplaçant les Plans d'Occupation des Sols, prévoient un zonage du territoire communal. Les zones NC (zones naturelles constructibles) sont réservées à l'activité agricole, en opposition par exemple aux zones U qui sont des zones urbaines ou réservées à l'habitation. Bien que ces zones NC ne soient pas destinées à l'habitation, les agriculteurs ont la possibilité de construire une habitation nouvelle dans le cadre de leur exploitation. De plus, la loi SRU intègre la prise en compte du domaine agricole dans le projet d'urbanisme des communes par le biais du Plan d'Aménagement et de Développement Durable (P.A.D.D.). Il s'agit d'un document politique, juridiquement complémentaire au P.L.U., exprimant le projet de la collectivité locale en matière de développement économique et social, d'environnement et d'urbanisme à l'horizon d'une période de 10 à 20 ans. D'autre part la loi SRU simplifie les procédures de construction des bâtiments agricoles, notamment en réduisant le recours au certificat d'urbanisme.

Il est à préciser que des règles sanitaires encadrent également chaque construction et qui dépendent de la taille des installations et leur type.

### 2.2. Le rôle de l'architecte

Une fiche forte complète est à consulter en **annexe 5**, détaillant les différents acteurs lors de la construction de bâtiments agricoles. Mais nous pouvons retenir celle de l'architecte :

La Loi sur l'architecture de 1977 pose clairement cette ambition dès son premier article :

*« L'architecture est une expression de la culture. La création architecturale, la qualité des constructions, leur insertion harmonieuse dans le milieu environnant, le respect des paysages naturels ou urbains ainsi que du patrimoine sont d'intérêt public ».*

Le recours à un architecte est obligatoire pour les bâtiments à vocation agricole dont la surface est supérieure à 800 m<sup>2</sup>. Les constructions à usage autre qu'agricole quant à elles, doivent avoir une Surface Hors Œuvre Nette (SHON) supérieure à 170m<sup>2</sup>.

Il est à noter que les bâtiments d'exploitation agricole sont comptabilisés en tant que Surface Hors Œuvre Brute (SHOB) et que les serres de production agricole d'une hauteur inférieure à 4 mètres, et dont la surface n'excède pas 2 000 m<sup>2</sup>, ne sont pas soumises à permis de construire.

Dans la réalité, le recours à un architecte n'est pas coutume. Tout d'abord, le décalage culturel entre l'architecte, dont la vision « agricole » se résume à une figure urbaine, voire bourgeoise, plus attaché au superflu qu'à l'essentiel, voulant s'approprié la nature pour la rendre accessible aux urbains, ne favorise pas un recours systématique à celui-ci. D'autre part, peu d'architectes ce sont attelés à ce type de bâtiments. Cause ou conséquence des mentalités et des pratiques actuelles ? Le résultat est là : rares sont les



missions complètes offertes aux architectes ; les bureaux d'étude (et constructeurs) se chargent en effet des études techniques, ne leur laissant souvent que l'aspect paysager et administratif (résumés à leurs signatures....)

Malgré ce constat affligeant, de nombreuses actions ont été entreprises. On peut citer quelques exemples :

- Une charte paysagère pour l'insertion paysagère des bâtiments agricoles\*.
- Un recueil de recommandations architecturales et paysagères\* (brochures...).
- Des journées portes ouvertes des bâtiments agricoles\*.
- La mise en place de mission de formation pour des architectes qui interviennent auprès des éleveurs et celle d'un module de stage pour les bâtiments agricoles, destiné aux agriculteurs.
- Projection de diapositives présentées aux agriculteurs avant toute intervention.
- Des formations destinées aux techniciens du bâtiment des chambres d'agriculture, coopératives et des artisans locaux.
- etc.

### 2.3. Aides et subventions

On distingue 2 niveaux de subventions et aides :

- au niveau régional.
- au niveau national.

#### 2.3.1. Au niveau régional

La plupart des régions (conseil régional) et chaque département (conseil général) offre des subventions dans le cadre de bâtiments construits en bois, plus ou moins conséquentes et répondant à la spécificité de l'architecture de la région ou du département. Les modalités et le type de subventions, on le comprend aisément, seront différents s'il s'agit d'une structure bretonne ou haut-savoyarde. A titre d'exemple, on peut citer l'initiative de la région Auvergne qui, depuis 1999, accorde une aide aux exploitants et aux CUMA (Coopérative d'Utilisation de Matériel Agricole) qui choisissent le bois pour un bâtiment d'élevage, de stockage ou de fourrage. (*Source Ministère de l'Agriculture \**)

La subvention est plafonnée à 3 811 € par projet pour une utilisation du bois sur charpente, ossature, bardage ou huisseries extérieures. Chaque année, 60 à 80 projets bénéficient de cette aide. La Région Auvergne valorise ainsi deux filières importantes pour son économie, le bois et l'élevage, tout en agissant sur la qualité des paysages, essentielle pour développer le tourisme vert. C'est en général aussi le cas pour l'ensemble des régions françaises (région Alsace, région Franche-Comté, Région Lorraine...): développer la construction bois rentre dans un processus de promotion de l'ensemble de la filière bois (*voir aussi figure 8*).

Région	Alsace (Conseil régional)	Lorraine (Conseil régional)	Meuse (Conseil général)	Vosges (Conseil général)	Bourgogne (Conseil régional)	Auvergne (Conseil régional)	Poitou-Charentes (Conseil régional)	Centre (Conseil régional)
Bénéficiaires	Communes Groupements de communes Associations Bailleurs sociaux	- Maîtres d'ouvrage publics tels que maîtres d'ouvrage sociaux ou collectivités locales, établissements publics - Maîtres d'ouvrage mettant en œuvre des financements publics	Collectivités, structures gestionnaires des pays (syndicat mixte...), les EPCI, les communes et les associations qui ont en charge les événements culturels de dimension départementale	Maîtres d'ouvrage du département conviés à signer la charte Bois	Entreprises de 1 <sup>ère</sup> transformation du bois, maîtres d'ouvrage construisant un bâtiment à ossature bois à usage collectif ou d'entreprises, collectivités locales, établissements publics, bailleurs sociaux, sociétés d'économie mixte, associations coopératives, interprofession APROVALBOIS.	- Les éleveurs bovins, ovins et caprins des filières lait et viande de la région - Les fondations, associations sans but lucratif et les établissements d'enseignement et de recherche agricoles	- Maîtres d'ouvrage du logement social conviés à répondre à l'appel du projet Maisons-Bois (opérations à financer en PLUS ou P.L.A.) - Particuliers qui font construire leur résidence principale (sous conditions de ressources) avec l'aide d'un professionnel	- Maîtres d'ouvrage publics tels que maîtres d'ouvrage sociaux ou collectivités locales, établissements publics - Agriculteurs sous conditions
Nature de l'aide et des opérations concernées par l'aide	Pour les constructions neuves des collectivités locales, des associations et opérateurs sociaux : - Aide au financement des missions d'études en structures bois dans les projets (conseil et assistance technique permettant la définition technique de l'utilisation du bois, dimensionnement et plans d'exécution) - Aide au financement des lots bois	Aide à l'emploi des composants bois pour des opérations relatives soit à la construction de logements neufs ou de locaux assimilables à des logements (chambres pour étudiants ou personnes âgées, hébergements divers pour formation...), soit à la rénovation de logements existants / rénovation, acquisition- amélioration, réhabilitation) - Aide au financement des lots bois	Pour les constructions neuves avec une structure porteuse bois majoritaire et plus spécifiquement les Etablissements Recevant du Public (hors maîtrise d'ouvrage de l'Etat) bénéficiant déjà de l'aide du Conseil général : Bonification de cette aide d'un maximum de 10 % du coût global HT des travaux en fonction du type de projet soumis à la Commission Technique Bois (plafonnée à 50 % du montant de l'aide traditionnelle du département)	Constructions neuves, extensions et restructurations (hors gros entretien et grosses réparations) de bâtiments, ainsi que la réalisation de chaufferies et de réseaux de chaleur pour le bois-énergie : - En fonction de l'exemplarité du projet, accompagnement des maîtres d'ouvrage, à leur demande, tout au long de la démarche de conception-réalisation - Constitution d'un réseau valorisant le bois construction	Soutien à la construction de bâtiments agricoles réalisés en Auvergne avec une charpente et des menuiseries extérieures en bois et dont le bardage bois représente au moins 30 % des surfaces : - Aide incitative pour l'utilisation du bois si le bâtiment est conçu dans un souci d'intégration harmonieuse à leur environnement et dans le respect de la réglementation relative aux installations classées et à la protection de l'environnement	Subvention pour les systèmes constructifs à structure bois qui relèvent de la classe 3 du classement B.C.E. et consommation < 45 kWh d'énergie finale par m <sup>2</sup> de surface habitable et par an pour le chauffage et le renouvellement de l'air (valeur pour 2 200 degrés-jours de chauffage). Subvention cumulable avec les aides régionales aux énergies renouvelables, notamment aux chauffe-eau solaires	Subventions revalorisées pour les constructions neuves des collectivités locales, des associations et opérateurs sociaux si la part bois dans la construction est significative (classe 2 minimum, soit les bâtiments dont la part bois est supérieure de 50 % par rapport à la moyenne constatée en France sur ce type de bâtiment)	
Contacts	<a href="http://www.ccralsace.fr">www.ccralsace.fr</a>	<a href="http://www.ccr-lorraine.fr">www.ccr-lorraine.fr</a>	<a href="http://www.ccs55.fr">www.ccs55.fr</a>	<a href="http://www.ccs88.fr">www.ccs88.fr</a>	<a href="http://www.ccr-bourgogne.fr">www.ccr-bourgogne.fr</a>	<a href="http://www.ccr-auvergne.fr">www.ccr-auvergne.fr</a>	<a href="http://www.ccr-poitou-charentes.fr">www.ccr-poitou-charentes.fr</a>	<a href="http://www.regioncentre.fr">www.regioncentre.fr</a>

**Figure 8 : Principales aides des collectivités locales en faveur de la construction bois**

Le recours au matériau bois est, certes, un peu plus cher, mais l'aide apportée rétablit la compétitivité. Un problème est néanmoins soulevé : le manque d'artisans et d'entreprises pour mener à bien ces projets.

Il est à noter que les aides valorisant les nouvelles constructions ou la réhabilitation de bâtiment agricoles, utilisant le **bois** comme matériau principal, émanent uniquement des collectivités locales. Aucune aide européenne ou étatique ne va dans ce sens.

### 2.3.2. Au niveau national

Aux aides régionales peuvent s'ajouter celles de l'État :

- Prêts bonifiés (émanant du ministère et des banques).
- PMPOA 2\* (2ème volet du Programme de maîtrise des pollutions d'origine agricole) qui incite les exploitants en termes d'aménagement des bâtiments et du stockage des déchets, augmenté d'un nouveau volet qui prévoit une description de l'insertion paysagère des aménagements envisagés.
- Contrat d'agriculture durable (CAD) qui porte sur la contribution de l'exploitation agricole à la préservation des ressources naturelles et à l'occupation et l'aménagement de l'espace rural en vue notamment de lutter contre l'érosion, de préserver la qualité des sols, la ressource en eau, la biodiversité et les paysages.
- Aide aux bâtiments en zone de montagne, le cas échéant.
- Aide à l'installation (pour les jeunes agriculteurs notamment).
- Aide de l'OFIVAL (Office national interprofessionnel des viandes, de l'élevage et de l'aviculture.), etc.

Pour la simplification administrative, la DDAF (Direction départementale de l'agriculture et de la forêt) instruit le dossier et vérifie pour chaque type d'aide le respect des taux et des plafonds ainsi que la cohérence de l'ensemble. Pour une grande majorité de dossiers, les aides représentent 10 à 20 % du coût total de l'investissement.

Malgré une volonté politique plutôt tardive et des habitudes bien ancrées pour la construction des bâtiments agricoles modernes, de gros efforts sont mis en place. Au niveau de l'intégration dans le paysage et de l'impact des constructions\*, mais également en ce qui concerne le choix des matériaux. Les mentalités évoluent, la mobilisation est belle et bien là. Malheureusement, les structures techniques compétentes manquent à se développer. Il y a une réelle pénurie au sein de la filière bois, et notamment dans l'industrie de seconde transformation. Il y a donc un marché potentiellement très important dans ce domaine. D'autant plus que la recherche et développement a révélé de nouveaux matériaux composites ou des systèmes constructifs performants et compétitifs.

On peut néanmoins se poser la question pourquoi ce secteur de la construction agricole, qui nécessitent structurellement moins de technologie que l'habitation, a été laissé de côté. Il est d'autant plus étonnant que des pays limitrophes tels que la Suisse, où j'ai réalisé mon stage de fin d'étude, ont depuis plusieurs années compris le potentiel de ce secteur.

### 3. L'EXPERIENCE SUISSE

Afin de ne pas faire d'amalgame entre ce petit pays un peu à part qu'est la Suisse par rapport à la France, une définition de quelques éléments de compréhension s'impose. La situation géographique, culturelle et économique est en effet différente. Pourtant l'acte de construire étant universel, certains éléments peuvent donc nous apporter des enseignements.

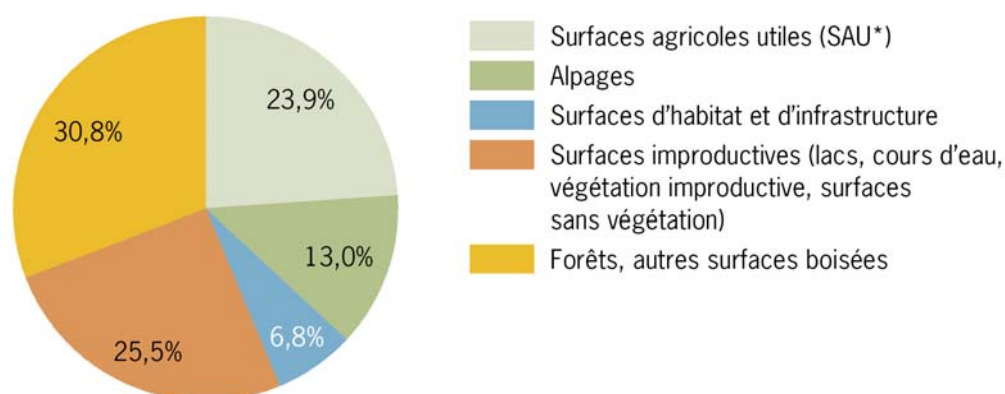
#### 3.1. Situation géographique, économique et démographique rapportées à l'agriculture

La Suisse, qui compte un peu plus de 7,5 millions d'habitants, n'a aucune frontière maritime et est composée de 3 grandes zones naturelles :

- Le Jura (10,5% du territoire)
- Le plateau Suisse (27%)
- Les Alpes (62,5%)



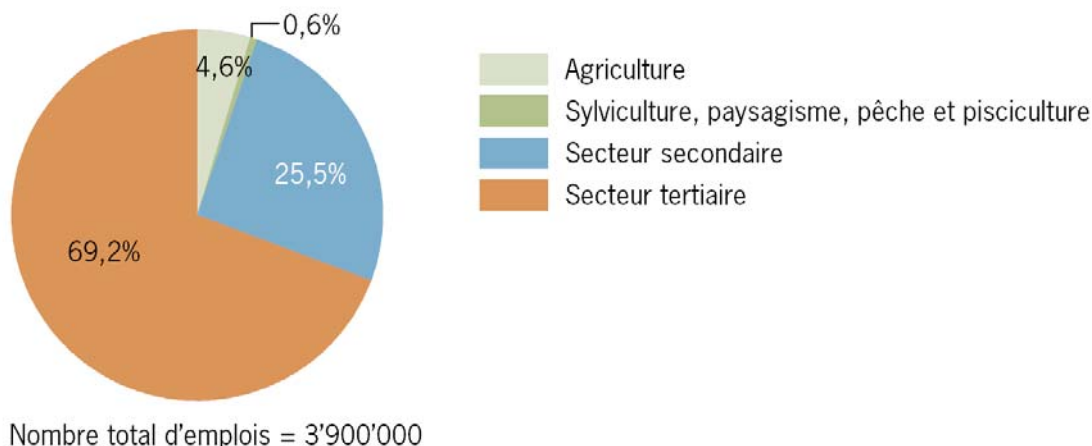
**Figure 9 : Carte de la Suisse montrant les reliefs et les cours d'eau** (source swisstopo)



**Figure 10 : Utilisation du territoire suisse (relevés entre 1992 et 1997)** (source OFS)

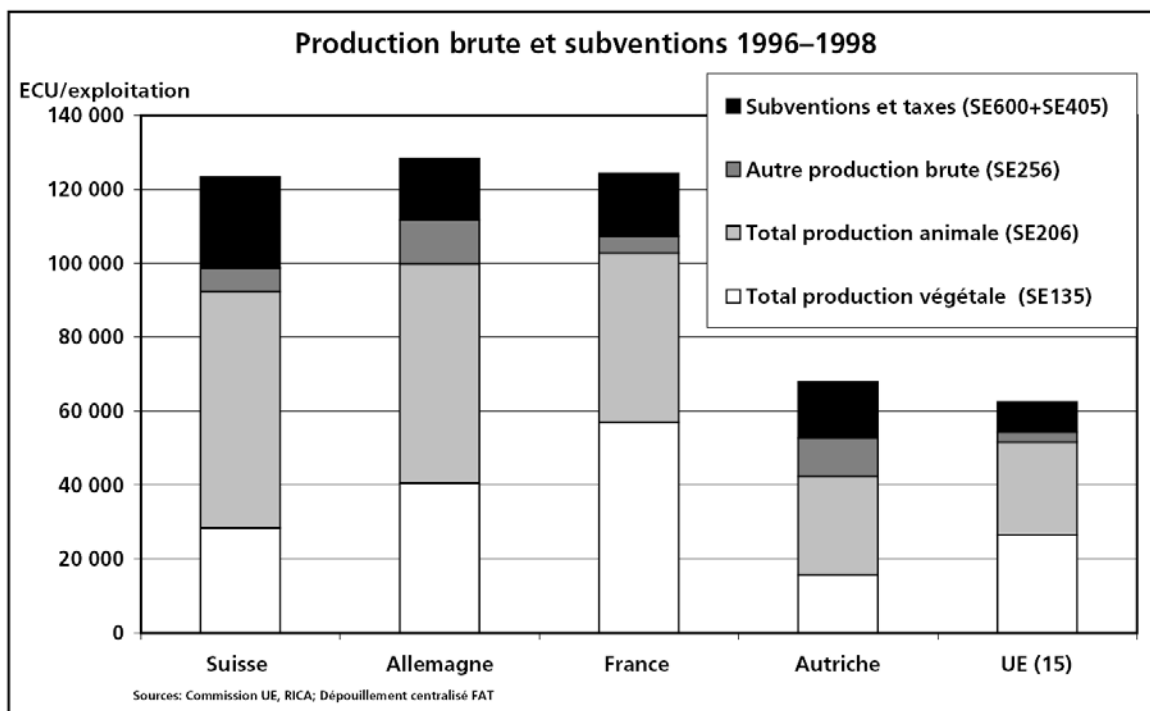
La Suisse est donc un pays d'élevage, lié à la prédominance de pâturages non cultivables: les alpages. Le prestige de ses fromages atteste du nombre important de bovins qui y sont élevés.

Le secteur primaire, 5,2% de la population active (*voir figure 11*) représentant seulement 1,2% du PIB (*source Eurostat\**) occupe une place minime dans l'économie Suisse (par rapport à la France notamment).



**Figure 11 : Répartition des emplois suisses** (*source OFS*)

Le coût de l'agriculture ne permet pas la vente à l'étranger sans aide de l'État. Les subventions et aides (*voir aussi figure 12*) se chiffrent en milliards de CHF (francs suisses) et permet de faire vivre dans des conditions raisonnables bon nombre d'agriculteurs (*voir annexe 6*).



**Figure 12 : Comparaison des subventions et de la production brute en Europe** (*source FAT*)

On voit bien sur ce graphique que les aides et subventions sont presque 2 fois plus importantes en Suisse qu'en France. On voit également que la France est plus un pays de culture végétale, la Suisse quant à elle, est plus tournée vers l'élevage. L'une des conséquences est la suivante : en Suisse, le patrimoine sous forme de bâtiments représente proportionnellement une part nettement plus importante que dans les autres régions.

Les aides proviennent soit de la confédération, mais souvent plutôt directement des cantons, qui de part leur grande autonomie sont capables de financer l'agriculture locale. On peut si l'on veut, comparer le niveau cantonal à celui des régions françaises, en terme de financement, qui selon ses propres particularités mène la politique qu'elle désire.

Cela n'empêche que la consommation de produits biologiques et les restrictions à l'utilisation d'engrais et pesticides commencent à prendre de l'importance en Suisse, et sont un des principaux facteurs bénéficiant à l'image de l'agriculture suisse, qui mise sur la qualité de ses produits, auprès de sa population.



***Figure 13 : Vignes dans le canton de Zurich*** (source wikipedia)

Des mesures sont d'ailleurs en vigueur pour favoriser et mettre en valeur ce type de culture alternative. Par exemple, au moins 7% du domaine cultivable de chaque paysan du plateau (suisse) est réservé pour des prairies non cultivées, dites extensives, pour lesquelles il reçoit de la Confédération jusqu'à 1 500 CHF par hectare en compensation. En principe une prairie ne doit pas être fauchée avant le 15 juin. De plus, depuis 2004, il leur est demandé de prendre des mesures pour limiter l'impact sur la faune et la flore comme :

- faucher en bandes ou en commençant à l'intérieur pour terminer vers l'extérieur
- ne pas broyer immédiatement après la coupe

Les Suisses sont d'ailleurs les premiers consommateurs (devant le Luxembourg), et de loin, de produits issus du commerce équitable, qui garantit, pour des produits

alimentaires tels que le café, les bananes ou encore le thé, un prix raisonnable et de bonnes conditions de travail et de vie au producteur.

Comme il a été mentionné un peu plus haut, la Suisse est déjà à un stade avancé en matière de promotion de l'agriculture dite « raisonnée », biologique et du tourisme rural.

Il est à noter que, bien que possédant une agriculture moins importante, par rapport à la France notamment, la Suisse est le berceau de l'industrie agroalimentaire avec l'entreprise Nestlé, leader mondial, dont le siège se trouve à Vevey (Canton de Vaud).

### 3.2. Le modèle suisse

La Suisse possède de l'avance dans la construction de bâtiment agricole à ossature bois. En effet, la Suisse est un petit pays dont l'expansion agricole a vite atteint ses limites. La phase de modernisation rapide qu'a connue la France a été beaucoup moins perceptible en pays helvétique (voir *annexe 7*). Il en découle un encadrement et une réflexion différente, et plus précoce, sur la valorisation du patrimoine rural et agricole, passant par exemple par le tourisme vert (ou rural). A défaut de pouvoir produire plus, la Suisse a trouvé des solutions économiques palliatives.

De plus, le territoire suisse étant occupé en majeure partie par le massif alpin, typologie très surveillé et contrôlé, c'est tout naturellement que les constructions en bois sont apparues. Elles s'intègrent très bien avec le bâti ancien et avec les beaux paysages de la Suisse.

La valorisation croissante de la filière bois accompagné d'un entretien rigoureux des forêts (il y a encore peu sujettes aux pluies acides) est aussi responsable du développement de ce type de structure. Il est à noter que les forêts suisses sont principalement publiques (ce n'est pas le cas en France). Par exemple, dans le canton de Vaud (Lausanne), la forêt couvre quelques 95'000 ha (valeur 2003), dont 73% sont la propriété des collectivités publiques\*. Il se dégage donc une possibilité politique forte pour la valorisation de la filière bois.

L'entreprise dans lequel j'ai effectué mon stage de fin d'étude (Farmwood\*) a saisi ce marché de la construction agricole en bois depuis 1998 (date de création), c'est-à-dire qu'il y a presque 10 ans, les perspectives économiques étaient déjà favorables. Il est aujourd'hui leader en Suisse romande avec plus de 300 réalisations. Cela fait une moyenne de 30 bâtiments réalisés par an. Et cela n'est qu'une moyenne car pour l'année 2007, c'est un peu moins de 60 chantiers qui sont planifiés.

Pour résumer, il y a de bonnes raisons pour croire que l'on peut faire la même chose en métropole. Sous réserve que l'ensemble de la filière bois soit valorisé et permette de construire ce type de bâtiment. Il est vrai que l'avantage de la Suisse sur la France est que le recours à un architecte est bien ancré dans les mœurs (comme l'Autriche ou l'Allemagne d'ailleurs, voir *annexe 8*). A titre d'exemple, même si l'entreprise Farmwood peut faire des bâtiments « clé en main », tous les projets qui le nécessitent sont réalisés avec leur concours.

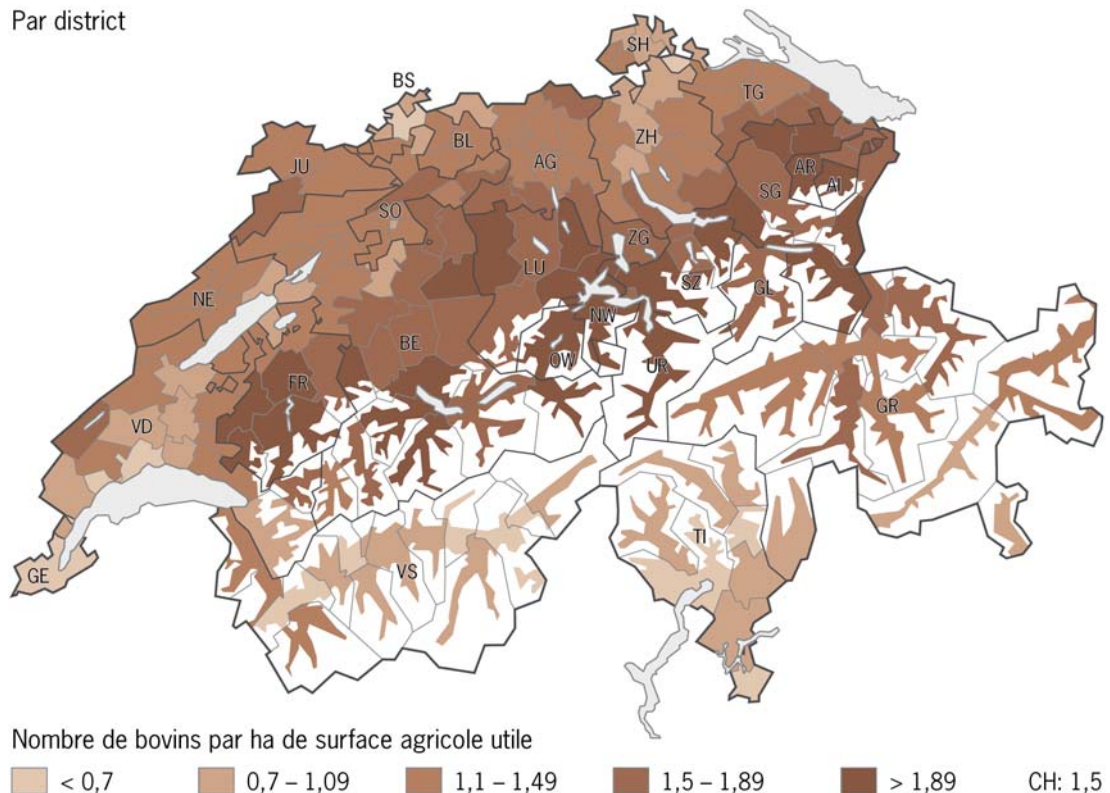


### 3.3. Analyse du cas Farmwood Sarl

Après avoir passé en revue les éléments d'information principaux pour mieux comprendre le contexte dans lequel j'ai effectué mon stage de fin d'étude, on peut se pencher sur le cas de Farmwood Sarl.

Leader en Suisse romande, et dont l'actif s'étend à plus de 300 réalisations en bâtiments agricoles, elle a su conquérir un marché récent et porteur.

Etant donné la particularité de la Suisse, en terme d'agriculture, à être principalement tourné vers l'élevage, la répartition de la population bovine est un bon indicateur de la répartition des stabulations sur le territoire.

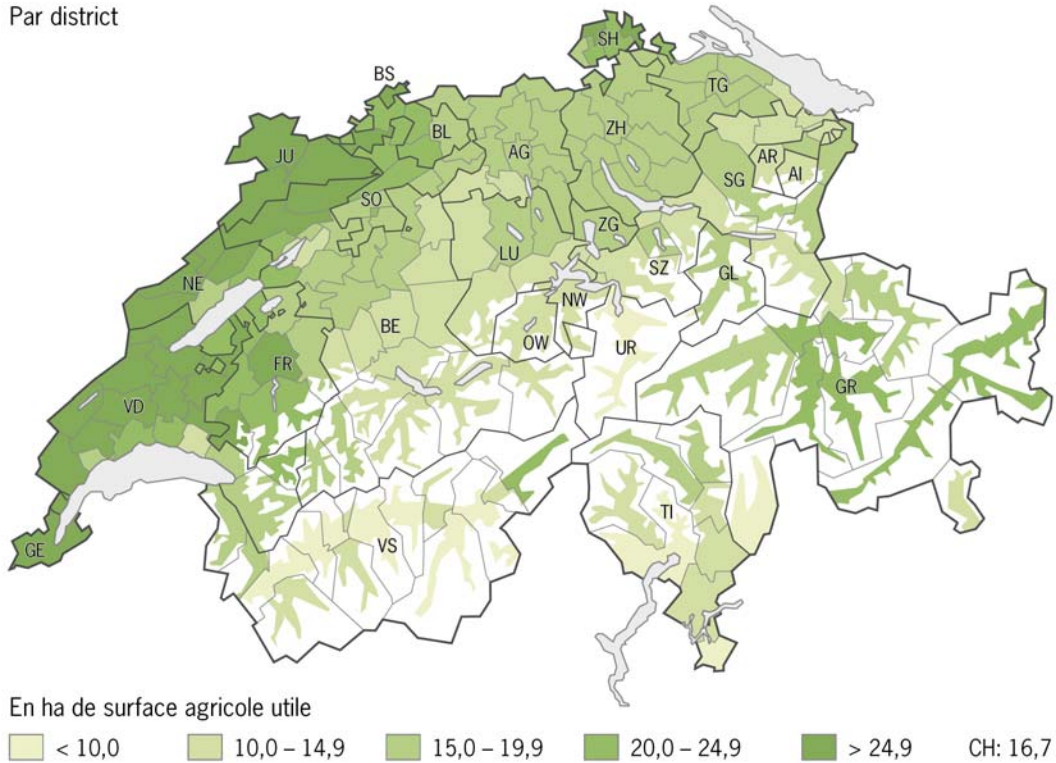


**Figure 14 : Répartitions des bovins** (source swisstopo)

Comme le montre la carte ci-dessus, la population bovine est concentrée sur le plateau suisse. La situation de l'entreprise au bord du lac de Neuchâtel est donc un lieu stratégique : le canton de Fribourg possède beaucoup de bétail ainsi que toute la région jurassienne et le canton de Berne. De manière générale, ce sont les zones de moyenne montagne qui sont favorables à l'élevage.

Mais la construction de bâtiments agricoles ne se résume pas seulement à la stabulation. Les zones d'agriculture extensive de type céréalière ou fourragère ont également besoin de bâtiment de grande dimension, adéquat au stockage des machines et de la récolte.

Par district



**Figure 15 : Répartition de la surface agricole utile** (source swisstopo)

La possibilité de culture est donc un facteur déterminant. La carte ci-dessus, qui met en avant la surface agricole utile, c'est-à-dire, la surface exploitable par les agriculteurs, montre que les régions les plus rentables par leur ratio surface exploitable/surface totale se situe en Suisse romande (Sud-ouest et au Nord de la Suisse). Farmwood est donc encore une fois très bien situé. On comprend, en partie, un peu mieux sa rapide expansion.

2<sup>EME</sup> PARTIE :

CONCEPTION ET REALISATION DE  
BÂTIMENTS AGRICOLES EN BOIS

# 1. LE CHOIX DU MATERIAU BOIS DANS LA CONSTRUCTION

Le bois est avec la terre, l'un des plus vieux matériaux de construction de l'Humanité. En Europe, la construction en rondins empilés horizontalement, des contrées du Nord et des régions de montagne, a rapidement évolué vers une structure en bois et un matériau de remplissage à base de terre et de paille. Les premières fermes assemblées aux alentours du X<sup>ème</sup> siècle, puis le développement des structures à colombages, marquent les débuts du patrimoine bâti, qui, du XI<sup>ème</sup> au XIX<sup>ème</sup> siècle, caractérisent toute l'Europe forestière depuis nos régions jusqu'aux villages de l'Europe de l'Est.

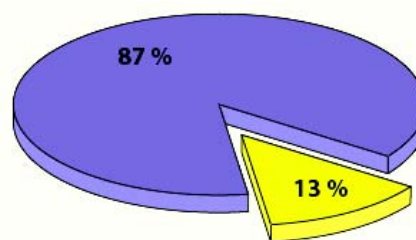
Depuis une vingtaine d'années, l'architecture contemporaine a redécouvert les qualités multiples du bois. Grâce à de nouvelles techniques et systèmes de construction, ce matériau répond parfaitement aux exigences actuelles d'ordre structural et économique.

## 1.1. De nombreuses qualités

### 1.1.1. Ecologie et développement durable

Dans l'approvisionnement mondial en matières premières, le bois occupe une place de choix : celle d'un matériau indéfiniment renouvelable.

Lors de leur croissance, les arbres dégagent de l'oxygène et absorbent de très grandes quantités de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). A titre d'exemple, un hectare de chêne fixe 22 tonnes de CO<sub>2</sub> et produit 16 tonnes d'oxygène par an (1 m<sup>3</sup> de bois stocke 1 tonne de CO<sub>2</sub>). Le bois, lorsqu'il est utilisé par l'industrie, permet de stocker (jusqu'à sa destruction) le gaz carbonique qui le constitue et limite ainsi l'importance de l'effet de serre. En France, les émissions totales de CO<sub>2</sub> représentent 534 millions de tonnes (*voir figure 16*) ; on récolte 30 millions de m<sup>3</sup>, on stocke donc 30 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>.



Le stockage du carbone dans le bois par rapport aux 534 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> émises en France en 2004.

■ Émissions finales  
■ Réduction du secteur Bois-Forêt

Source : [www.boisforet-info.com](http://www.boisforet-info.com)

**Figure 16 : Impact du secteur bois-forêt sur les émissions de CO<sub>2</sub> en 2004**

De plus, le bois nécessite peu d'énergie de transformation, la production d'une tonne de béton en demande 4 fois plus, 60 fois plus pour l'acier, 250 fois plus pour l'aluminium, 4 000 fois plus pour les composites à fibres de carbone !

Pour le recyclage également, le bois présente bien des avantages. Lorsqu'une construction en bois doit être démolie ou transformée, ses éléments sont facilement démontables, ils peuvent souvent être directement réutilisés car les caractéristiques du bois restent inchangées avec le temps (sous réserve de conditions similaires). Quand le bois ne peut plus servir de matériau de construction, son élimination se fait sans problèmes majeurs. Le bois devient alors une source d'énergie neutre du point de vue du CO<sub>2</sub>, capable de nous chauffer : le CO<sub>2</sub> retourne dans l'atmosphère. Son cycle naturel est alors bouclé.



***Figure 17 : abatage dans une forêt de feuillus française*** (source personnelle)

### 1.1.2. De très bonnes propriétés mécaniques

Dans la construction, qui exclut les matériaux aux propriétés mécaniques incertaines ou médiocres, le bois tient une place de choix.

Le poids propre des structures est bien évidemment un élément de première importance. Pour des applications en grandes portées, la solution bois est souvent la plus pertinente d'un point de vue mécanique. Les techniques de mise en œuvre du bois, à partir du lamellé-collé par exemple, permettent maintenant d'obtenir des portées supérieures à 100 mètres sans difficulté particulière.

La solution bois est la réponse aux constructions dans les zones où les sols sont faiblement porteurs. Elle permet également des surélévations de bâtiments en limitant les descentes de charges au niveau des fondations.

Dans les zones à risques sismiques, la construction bois est une technique particulièrement adaptée qui est utilisée depuis toujours au Japon.

### 1.1.3. Un comportement au feu inspirant la sûreté

Même si le bois est un bon combustible, son comportement face au feu est exceptionnel. Sa réaction dans un incendie est prévisible et planifiable, c'est le seul matériau qui conserve ses propriétés mécaniques et portantes sans déformation à haute température : le bois brûle (progression : 0,07 mm/minute) mais continue de jouer son rôle structurel permettant l'évacuation des occupants du bâtiment\*. (*Voir figure 18*)





©CNDB

**Figure 18 : Comportement du bois au feu** (source Farmwood/CNDB)

Le bois présente aussi l'avantage de ne pas dégager de gaz toxiques en brûlant. A titre de comparaison, l'usage du PVC en menuiserie industrielle pose le problème du dégagement des dioxines, particulièrement agressives pour l'homme.

#### 1.1.4. Un matériau confortable...

Les propriétés du bois sont également exceptionnelles en matière d'isolant thermique. Par exemple, le bois est 12 fois plus isolant que le béton, 350 fois plus que l'acier, 1 500 fois plus que l'aluminium... Cette qualité permet au bois de gagner 10 à 15 cm d'épaisseur de mur (dans une habitation courante) par rapport à ses concurrents. C'est autant de gagné en surface habitable.

Le très bon pouvoir d'absorption acoustique du bois est utilisé pour atténuer ou accentuer les sons. Les traitements architecturaux appropriés permettent de combiner les effets de masse et d'amortissement.

#### 1.1.5. ...et économique

En France, la forêt est en expansion constante depuis le début du 19<sup>ème</sup> siècle : elle a doublé sa surface depuis un siècle. Aujourd'hui on continue d'ailleurs de planter plus d'arbres qu'on en récolte (il pousse 1,5 fois plus de bois que l'on en utilise). Ce reboisement est financé grâce aux ressources issues de la commercialisation du bois. Il est nécessaire d'exploiter cet excédent pour ne pas voir nos forêts vieillir et perdre de leur vigueur. Le bois est une des rares matières premières entièrement renouvelables, produites et utilisées sur place. A tous les stades de sa transformation, le bois génère du travail au niveau local. Politiquement parlant, l'exploitation du bois et le développement de la filière bois est donc une très bonne chose car génératrice d'emploi.

La construction en bois permet de réaliser des économies. Certaines ne sont pas en rapport direct avec le bois. Le coût des fondations, par exemple, peut être réduit en raison du faible poids propre d'un bâtiment en bois, plus particulièrement sur les terrains de mauvaise qualité ou en pente. Dans le cas d'extensions ou de surélévations de

constructions ayant des capacités portantes limitées, le bois peut offrir des solutions particulièrement avantageuses.

Du point de vue énergétique, les constructions en bois atteignent des valeurs d'isolation thermique largement supérieures aux normes. La puissance des équipements de chauffage peut être plus faible ce qui permet de réduire la consommation d'énergie. Cela permet également d'importantes économies d'investissement et de fonctionnement pour un niveau de confort équivalent.

Pour les entreprises de construction, sur chantier, le bois aussi est un avantage économique : les éléments nécessaires à la construction peuvent être facilement préfabriqués. Découlant d'un système mis au point il y a plus de cent ans aux Etats-Unis et dans les pays scandinaves, les composants de parois et de planchers sont livrés en éléments de bois simples, le plus souvent prédécoupés, puis assemblés sur le chantier. Les coûts en main d'œuvre et en mobilisation de matériel sont ainsi réduits.

#### 1.1.6. Les produits dérivés

La construction peut se baser sur les récents produits dérivés du bois. Le lamellé-collé se trouve dans les éléments de structure et les charpentes, les panneaux contreplaqués ou à lamelles orientées dans le contreventement des constructions à ossature ainsi que dans les aménagements intérieurs. Les dérivés du bois, sous forme de panneaux de fibres, se retrouvent progressivement dans les isolations et les étanchéités alors que le MDF (panneau de fibres à densité moyenne) est présent dans les agencements intérieurs ou dans l'ameublement\*.



**Figure 19 : Poutres composites à gauche, poutre en lamellé collé à droite** (source CNDB)

#### 1.1.7. Les petits plus pour les bâtiments agricoles

Les structures agricoles sont, de part leur définition et leur utilisation, différentes des autres bâtiments, en particulier des habitations.

Ce qui importe, dans la plupart des cas, pour un bâtiment à vocation agricole, c'est de couvrir une grande surface et d'être assez haut pour y stocker des matières premières. Le bois sous la forme de ferme en BLC est donc tout indiqué car il est le meilleur élément en terme de rapport prix/performance pour les bâtiments de grande portée. Le poids propres induit par les grandes dimensions des éléments est donc réduit



par rapport à l'acier et au béton. Les éléments peuvent être transporté et assemblé par les ouvriers et le coût global de la construction est réduit.

Chez Farmwood, un concept éprouvé et novateur est d'ailleurs utilisé pour avoir besoin le moins possible de moyen de levage mécanique. Les éléments de façade et de toitures (pannes...) sont assemblés au sol puis monté en une seule fois.



***Figure 20 : Phase du levage d'un pignon*** (source Farmwood)

De plus, le confort des bovins, par exemple, n'est pas la même que celui des humains. Leur fourchette d'indifférence thermique se situe entre 0°C et 15°C. C'est-à-dire que dans cette plage de température, une vache n'a « ni chaud, ni froid ». L'isolation d'un bâtiment agricole est donc nécessaire que sous certaines conditions (altitude, ou utilisation spécifique, fromagerie notamment). De manière générale, les bâtiments agricoles ont pour vocation de mettre le bétail à l'abri des intempéries (humidité, pluie, neige et vent principalement).

Il y a également deux avantages du bois révélé par mon expérience suisse :

- Certains exploitants possèdent des surfaces forestières : ils peuvent donc fournis leur propre matière première. Voire parfois la préparer eux-mêmes (sciage, traitement). (Voir ***annexe 9***)
- La mise en œuvre nécessite des outils peu onéreux et certaines tâches sont faciles à exécuter si l'ont connaît les techniques de base : une partie du travail (pose du bardage...) est généralement réalisé par le maître d'ouvrage lui-même.

De plus, l'avantage de la filière sèche par rapport à la filière humide (béton) est que ni le temps de prise ni les basses températures n'influence le planning de l'ouvrage.

Une conception simple, un montage rapide (parfois pouvant être fait par soi-même), un coût concurrentiel, la solution économique du bois est tout à fait viable !

Le bois a également une réaction intéressante vis-à-vis de l'ammoniac issu des déjections animales : il s'en imbibe et s'en endurecit sous forme de patine\*. Aussi, par son pouvoir d'absorber l'humidité, il améliore la qualité de l'air et résout en partie les problèmes de ventilation dans les granges (fourrage, stockage...)

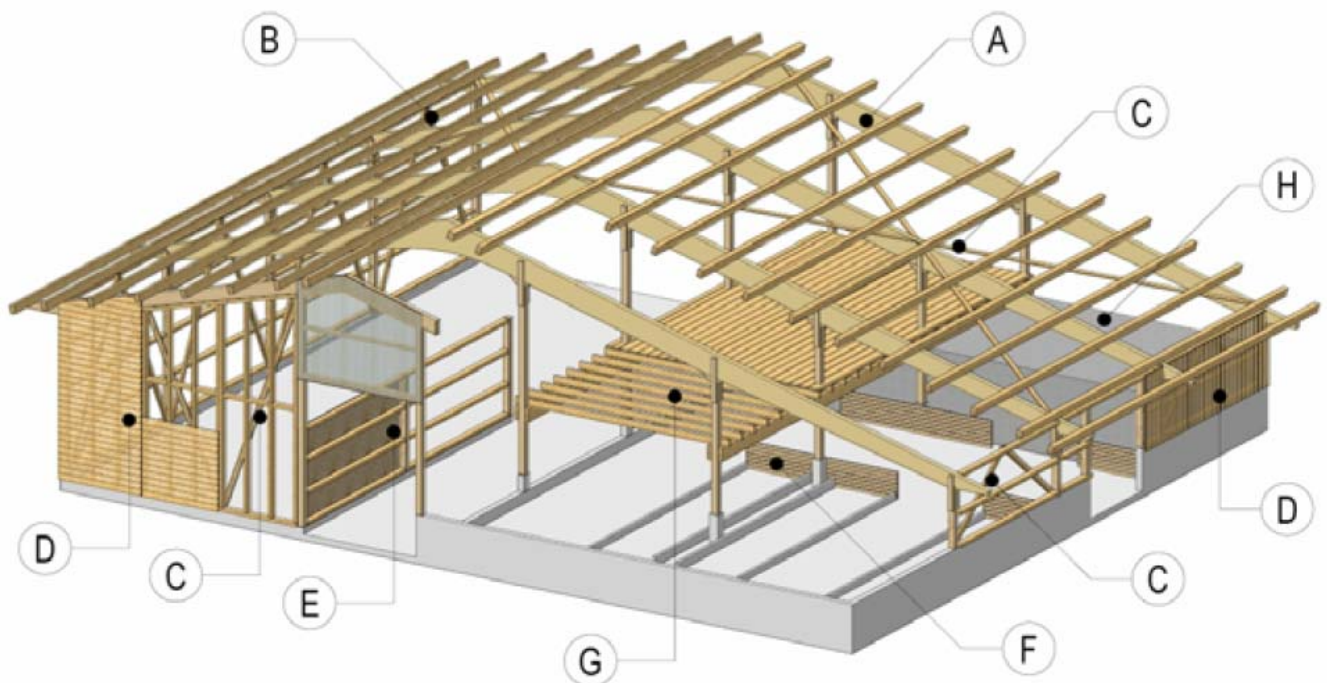
Enfin, étant un matériau traditionnel utilisé depuis l'antiquité (des structures en bois parfaitement intactes ont été retrouvées dans des tombeaux égyptiens vieux de plus de 3 500 ans), il s'intégrera plus aisément dans le cas d'une extension du bâti ancien ou simplement dans le paysage rural avoisinant.

## 2. ANALYSE TECHNIQUE

Ayant seulement des références mais aucun cas pratiques à mon actif dont je puisse parler, les descriptifs techniques sont donc basés essentiellement sur ce qui se passe en Suisse et plus particulièrement au sein de l'entreprise Farmwood.

### 2.1. Généralités-Nomenclature

Afin de mieux comprendre, voici une axonométrie d'un rural (comprendre bâtiment rural/agricole) représentant son organisation schématique :



**Figure 21 : Schéma axonométrique d'un rural en bois** (source canton de Vaud)

**Fermes (A)** Structures porteuses primaires de la toiture. Elles constituent, avec les poteaux, l'ossature principale du bâtiment.

**Pannes (B)** Structures porteuses secondaires de la toiture. Servent de support à la couverture.

**Contreventements (C)** Eléments de stabilisation qui ramènent les forces horizontales (vent, pont roulant, etc.) jusqu'aux fondations du bâtiment.

**Façades (D)** Assurent la protection contre les intempéries. Sont généralement constituées de bardages posés sur une ossature (montants et traverses) fixée à la structure primaire (poteaux).

**Fenil (E)** Volume de stockage du fourrage. Nécessite une paroi lisse (du côté fourrage) et résistante aux poussées.

**Séparations (F)** Délimitent les différentes zones utilisées par le bétail. Constituent des aménagements sommaires, faciles à réaliser (soi-même).

**Plancher soliveau (G)** En général situé au dessus du bétail, il permet le stockage du fourrage et de la paille.

**Local technique (H)** Seule zone isolée du bâtiment, la construction du local technique doit répondre à des exigences particulières (physique du bâtiment).

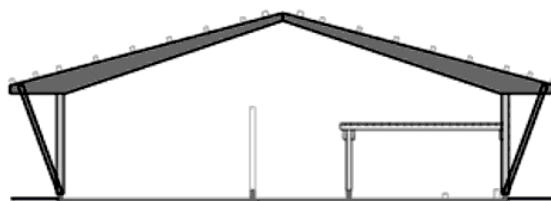
Il est à noter que les structures principales (fermes, pannes, poteaux) assurent les fonctions statiques de l'ouvrage. Des contreventements assurent la stabilité de l'ensemble. Tous ces éléments sont primordiaux qui doivent être calculés et construits selon les normes en vigueur (normes SIA pour la Suisse, Eurocode pour l'Europe)

## 2.2. Détails constructifs

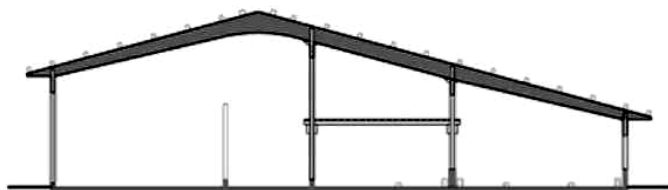
### 2.2.1. Types de fermes utilisés pour la construction de bâtiments agricoles

**Avantage** : très grandes portées libres de poteaux (15 – 40m).

**Inconvénient** : gros moyens de levage, fondations coûteuses.



**Fermes à 3 articulations en Bois Lamellé collé (BLC)**  
**Type 1**

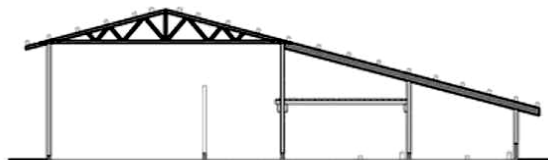


**Fermes cintrées en BLC (Type 2)**

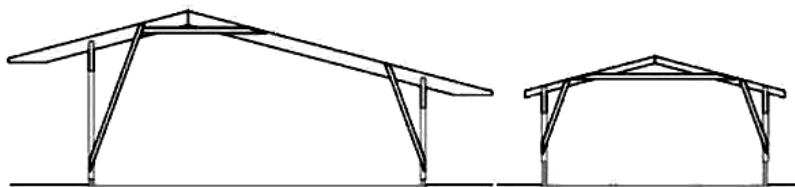
**Avantage** : grandes portées possibles (10 – 25m).

**Inconvénient** : montage par spécialiste.

**Avantage** : utilisation de bois massif.  
**Inconvénient** : assemblages exigeants.



**Fermes triangulées en Bois Massif (BM) (10 – 25m)**



**Charpente traditionnelle en BM (portée 5 – 10m)**

**Avantage** : utilisation de bois massif.

**Inconvénient** : faibles portées libres, volume entravé.

Chez Farmwood, la préférence est d'utiliser le type 1 en cas de très grande portée et le type 2 dans les cas les plus courants. Les calculs statiques (descente de charges, dimensionnement des fermes BLC) sont réalisés par un ingénieur structure bois sous traitant. Les éléments verticaux et horizontaux en bois équarri sont dimensionnés au bureau d'étude Farmwood ou par l'ingénieur.

L'essence utilisée est généralement de l'épicéa (de provenance suisse) pour les éléments de charpente.

### 2.2.2. Type de pannes



**Avantage** : gain de hauteur.

**Inconvénient** : sections plus importantes.

En bois massif de telles pannes sont économiques pour des trames jusqu'à 4,50 m - 5 m.

### **Pannes dites simples ou isostatiques** **(entre fermes)**

**Avantage** : sections réduites car on joue sur la continuité statique

**Inconvénient** : longueurs limitées.

Les pannes continues en bois massif peuvent être utilisées jusqu'à une longueur d'environ 12 à 14 m (en plusieurs éléments car généralement les éléments ne dépassent pas 10 m à cause du scieur). Pour des pannes continues sur trois appuis, l'économie de bois réalisée par rapport à des pannes isostatiques est de l'ordre de 15 à 25 %.



**Pannes continues**



**Pannes à joints Gerber**  
**(Cantilever)**

**Avantage** : sections réduites.

**Inconvénient** : travail d'assemblage important.

Les pannes cantilevers sont des poutres isostatiques. Les rotules (point de moment fléchissant nul) sont à disposer de telle manière que les moments fléchissant en travées soient égaux aux moments fléchissant sur appuis. L'économie de bois réalisée par rapport à la panne isostatique est de 20 à 40 %. Le coût de réalisation des rotules n'est cependant pas négligeable car cela nécessite un travail important de mise en œuvre et un certain savoir faire.

**Avantage** : sections réduites

**Inconvénient** : moyens de fixations de la couverture non alignés

Les pannes croisées sont composées de poutres individuelles qui se croisent sur les appuis intermédiaires et qui sont ainsi assemblées les unes aux autres via un recouvrement. Ce système de pannes est très économique si on le compare à la panne isostatique : 25 à 45 %. La fixation de ces pannes se fait par clous, boulons ou broches. Le décalage des pannes aura une incidence sur l'alignement du système de fixation du matériau de couverture.



**Pannes croisées**

Selon les charges à reprendre, un des 4 types de pannes peut être plus avantageux. En effet, on privilégiera au choix, le gain de manutention et le temps de pose ou le gain de matière première en réduisant les sections. Chez Farmwood, étant donné que les pannes sont assemblées de préférence au sol, le choix des pannes croisées est le plus courant. Mais dans le cas d'une forte hauteur de lamellé collé par exemple, on optera pour des pannes simples.

### 2.2.3. Type de bardage

Dans le cas d'une construction agricole, le bois peut également se retrouver au niveau du bardage. Facile à mettre en œuvre, il permet également une meilleure intégration dans le paysage et d'importantes possibilités de couleur. Le revêtement de façade, au moyen de planches en bois massif, est une technique simple et très avantageuse. Afin de conserver l'attrait du bardage, il faut procéder dès le début à quelques choix bien réfléchis.

L'essence du bois, ses caractéristiques techniques, les détails d'exécution, mais également la finition et l'entretien, sont des éléments déterminant l'esthétique, la qualité et la durabilité du revêtement de façade.

➤ Lames

En France, les lames couramment utilisées ont une épaisseur de 18, 22 et 27 mm pour une largeur de 135, 165 et 200 mm. En Suisse, la norme est un peu différente puisque l'épaisseur varie de 20 à 27 mm pour les largeurs de 120 à 160 mm.

Le taux d'humidité est très important également pour éviter les déformations irrémédiables du bois. Un taux proche de 22% est préconisé car il correspond au taux d'humidité dite « d'équilibre » (après 6 mois de pose). Le recouvrement des lames doit être suffisant pour assurer l'étanchéité à l'eau du bardage et permettre le travail du bois en fonction des variations climatiques. La largeur d'un chevauchement simple varie suivant le type de revêtement et se situe généralement entre 8 et 12 % de la largeur totale de la lame.

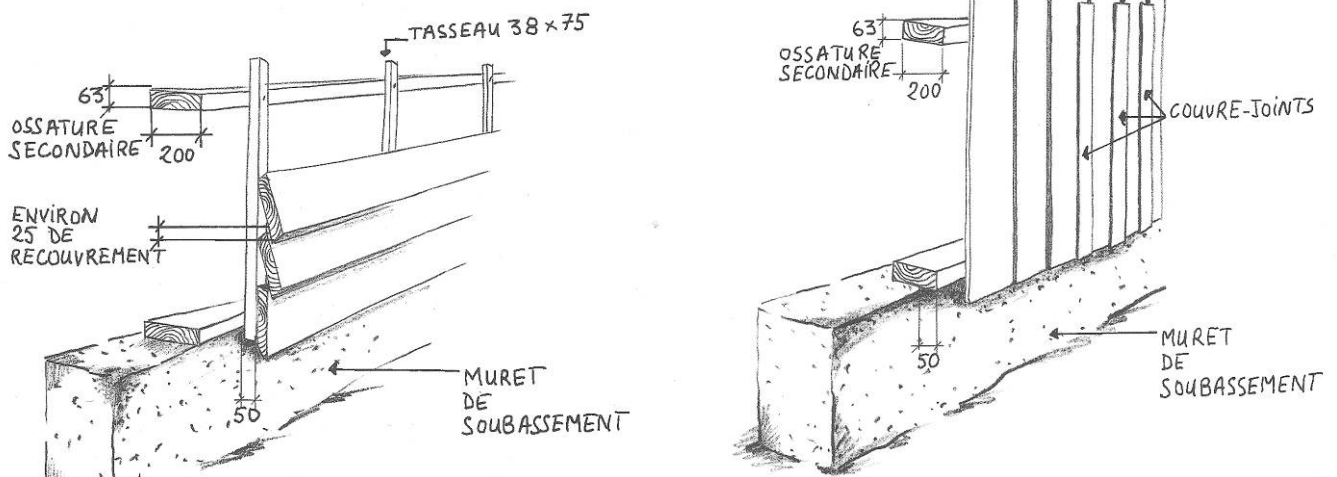
➤ Types de lames et pose

En France, l'architecture des bâtiments ruraux est riche de différents modes de pose de lames de bois.

Bien qu'il soit possible de faire des choix différents des pratiques traditionnelles, la nature a ses raisons car le mode de pose retenu doit tenir compte :

- du climat (pluie, soleil, vent)
- des protections architecturales (avancées de toitures...)
- de l'usage du bâtiment

Les lames peuvent être posées verticalement (bon écoulement de l'eau), horizontalement, en diagonale, ou en combinant ces options.

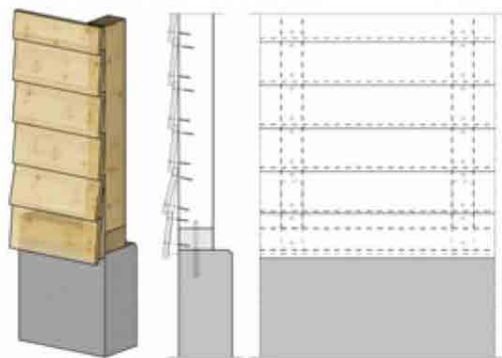


**Figure 22 : Bardage horizontal (gauche) et (horizontal)** (source CNDB/personnelle)

Au sein des 2 grands types de poses, horizontal ou vertical, des sous familles existe dont en voici un aperçu.

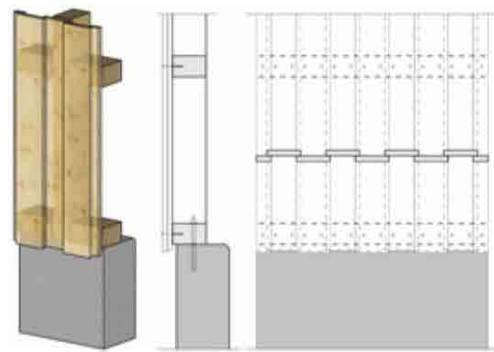


### **Bardage horizontal à clins**



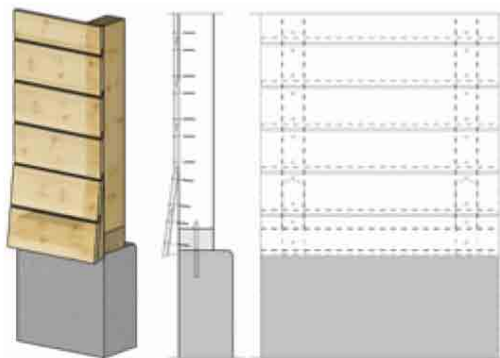
- ☺ bonne protection contre la pluie
- ☹ ventilation réduite

### **Bardage vertical à recouvrement**



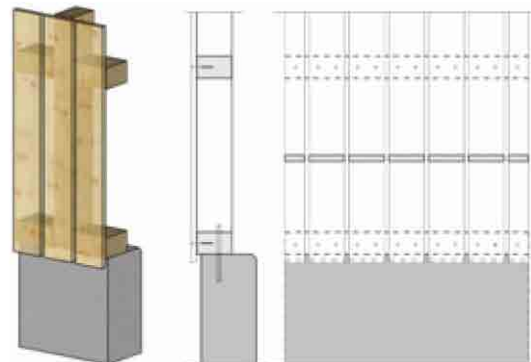
- ☺ bonne protection contre les intempéries
- ☹ pose lente, ventilation moyenne

### **Bardage horizontal à battue**



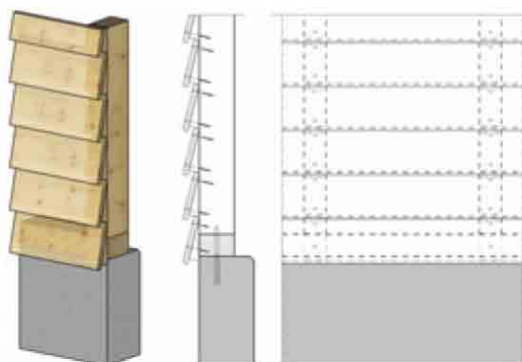
- ☺ facile à poser
- ☹ ventilation réduite, machinage nécessaire

### **Bardage vertical ajouré**



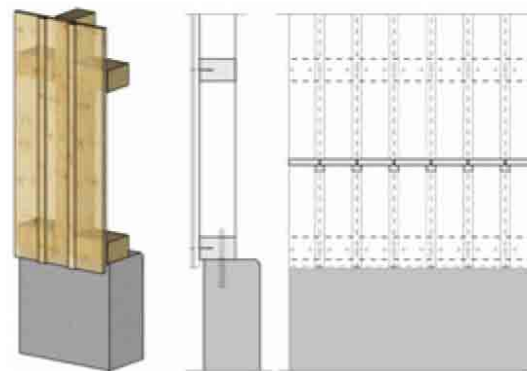
- ☺ bonne ventilation,
- ☹ mauvaise protection contre la pluie

### **Bardage horizontal à clins sur crémaillère**



- ☺ bonne ventilation
- ☹ sous-construction compliquée

### **Bardage vertical à couvre joints**

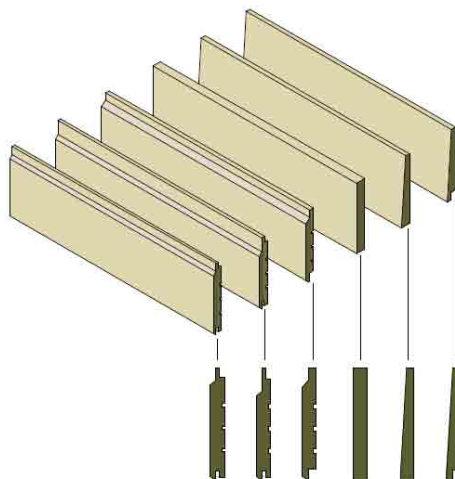


- ☺ bonne protection contre les intempéries
- ☹ pose très lente, pas de ventilation

**Figure 23 : différents types de bardage horizontaux (colonne de gauche) et verticaux (colonne de droite)** (Source canton de Vaud)



Il existe également différents profils usinés dont on peut se servir pour réaliser l'effet souhaité ou selon le type de pose utilisés.



**Figure 24 : Profils de planches couramment utilisés** (source CNDB)

➤ Essences

En Suisse, les essences les plus utilisées en façades sont, avec mesure de préservation, l'épicéa, le sapin, le pin sylvestre et, éventuellement sans moyen de protection, le mélèze et le douglas. Quelque soit l'essence, les nœuds tombants et les colorations sont à éviter.

Pour la France, voici un tableau regroupant plusieurs essences utilisées :

APPELLATIONS COMMERCIALES	18, 22 ET 27 MM EN POSE HORIZONTALE OU OBLIQUE	18 ET 22 MM EN POSE VERTICALE*
CHATAIGNIER**	sans traitement si purgé d'aubier	sans traitement
CHENE**	sans traitement si purgé d'aubier	sans traitement
MELEZE	sans traitement si purgé d'aubier	sans traitement
ROBINIER**	sans traitement si purgé d'aubier	sans traitement
WESTERN RED CEDAR***	sans traitement	sans traitement
AULNE	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
DOUGLAS	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
SAPIN	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
EPICEA	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
PIN MARITIME	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
PIN SYLVESTRE	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
PIN LARICIO	Traitement classe 3 avec aubier	sans traitement
PEUPLIER	Traitement classe 3	sans traitement

**Figure 25 : Tableau des essences utilisées en bardage dans nos régions** (source CNDB)

#### 2.2.4. les portes coulissantes

Bien que certains bâtiments se satisfont de filets brise-vent (*voir figure 26 et annexe 10*), la mise en place de portes coulissantes « en dur » nécessite quelques précautions :

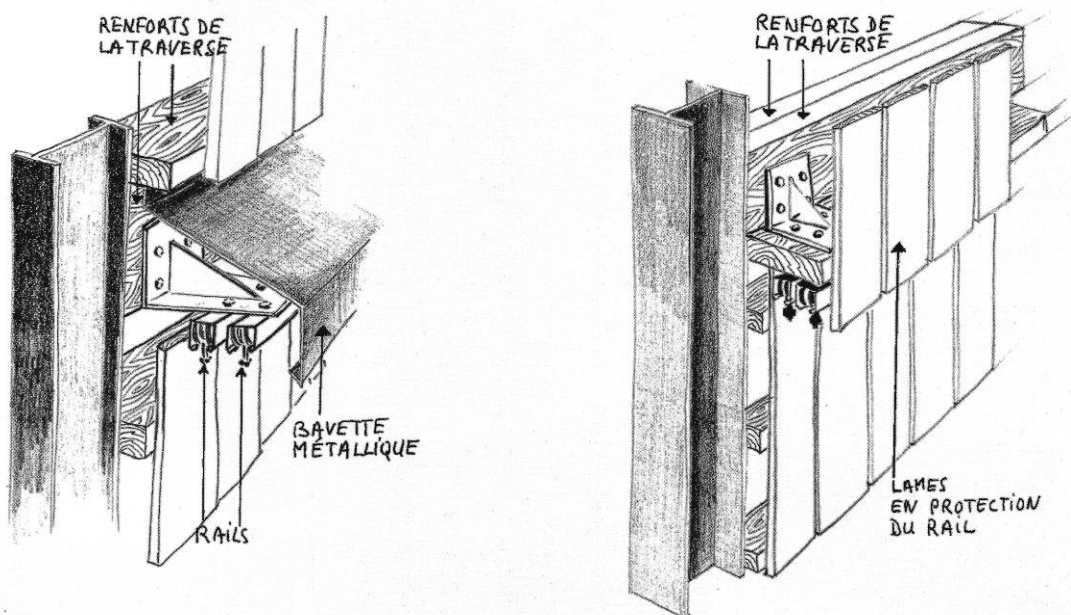
- le renfort de la traverse qui devient linteau et support des rails.
- le drainage du ruissellement de l'eau de pluie.



***Figure 26 : filets brise-vent remplaçant une porte (gauche) ou un bardage (droite)***  
(source ABCO)

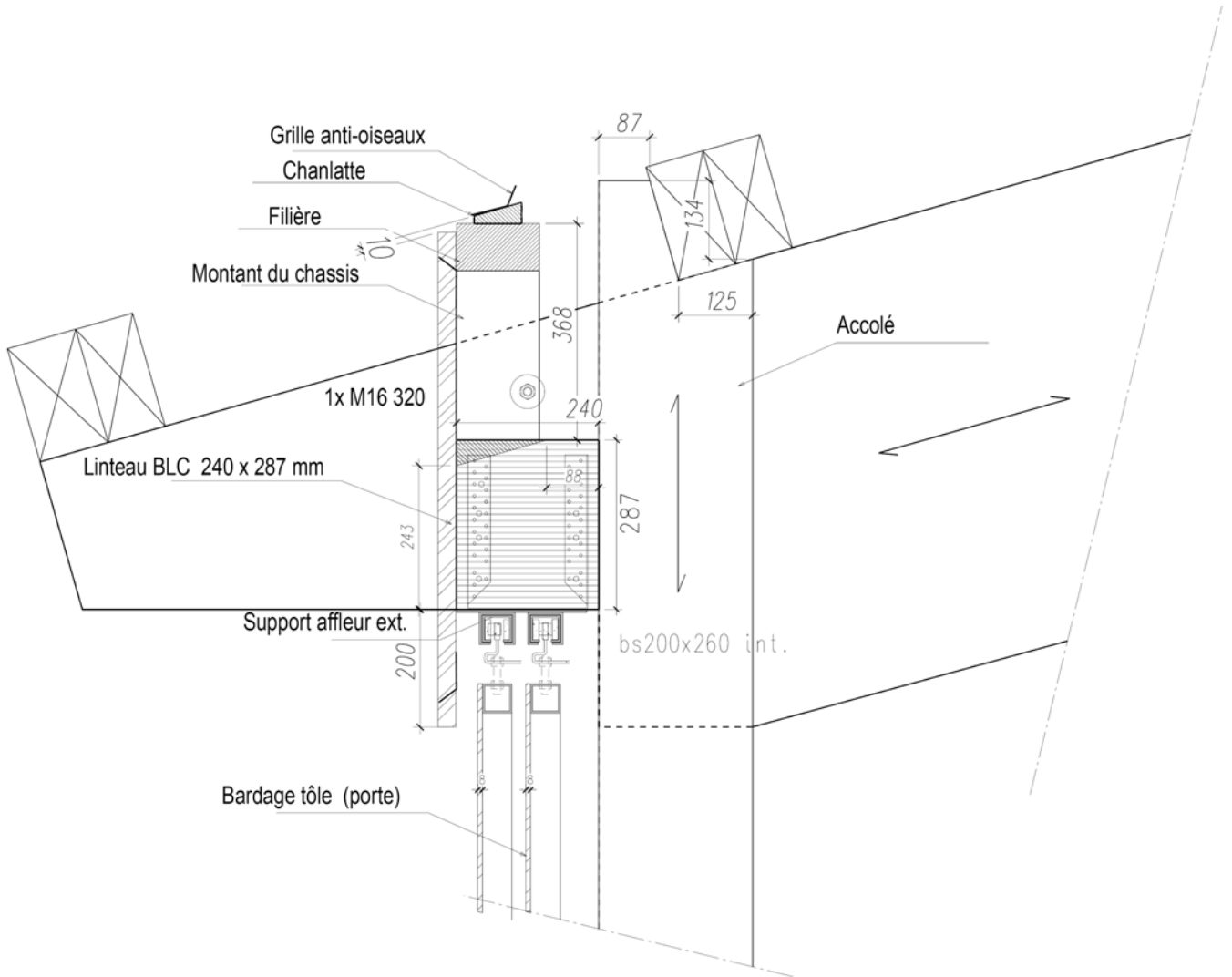
Il existe 2 possibilités (*voir figure 27*) pour la mise en place de ces portes :

- soit le bardage en haut et en bas de la porte se trouvent dans le même plan : on décale donc la porte vers l'extérieur que l'on protège via une bavette métallique.
- soit le plan du bardage supérieur est décalé pour accueillir les fixations des portes.



***Figure 27 : Détails de cohabitation d'un bardage bois et de portes coulissantes*** (source CNDB)

Chez Farmwood, on se sert d'une pièce en bois massif qui fait à la fois office de traverse et de support aux rails (*voir figure 30, agrandissement fourni en **annexe 11***)



***Figure 30 : détail du châssis et des rails pour portes coulissantes***  
(source personnelle/Farmwood)

### 2.2.5. Réalisations complètes /cas concrets

L'ensemble des plans (4 projets complets) que j'ai réalisé est à retrouver sur le **CD-ROM** joint pour plus de détails constructifs et de lisibilité (format originaux A0).

### 2.3. Critique du modèle Farmwood

Après avoir passé 5 mois au sein de l'entreprise Farmwood, à la fois sur chantier et en bureau d'étude, je peux dresser un bilan mettant en exergue les forces et faiblesses du modèle « Farmwood ».

De part la petite taille de son équipe de conception (3/4 personnes), il n'y a pas de place pour un ingénieur structure bois à plein temps. Les calculs essentiels, en BLC notamment, sont confiés à un ingénieur sous-traitant. Mais les calculs des éléments des façades, pignons, charpente sont dimensionné via un tableur. La marge de sécurité est donc importante et la quantité de bois est parfois surdimensionnée. C'est également une volonté vis à vis de l'image commerciale (plus de bois = plus solide), image largement véhiculé par les non-spécialistes. Mais c'est avant tout le système constructif qui veut que certains éléments (poteaux d'angle, linteau, etc.) soit volontairement surdimensionnés pour permettre la fixation d'autres pièces de bois. Les économies substantielles de part le travail d'un ingénieur qui « affinerai » les calculs et réduirai les sections des pièces ont peu d'impact face à la rapidité de conception et la simplicité de réalisation (on favorise les pièces de même dimensions)

La particularité des bâtiments agricoles veut que les possibilités constructives soient plus limitées que l'habitat individuel. Un standard, ou du moins un éventail limité de possibilités constructives sont donc de rigueur. On peut néanmoins en les combinant arriver à un éventail assez larges qui fait que deux bâtiments ne se ressemblent pas, ou peu. On peut seulement regretter que l'entreprise (et les architectes) ne favorise pas plus l'utilisation du bois autrement que pour les éléments de charpentes. Il y a encore beaucoup de bâtiments dont le bardage est en tôle thermo-laquée. Le choix de couleur et le processus industriel est en effet plus rapide (et moins cher) qu'un bardage bois auquel on doit appliquer une lasure ou traiter au préalable. De plus, le choix de la couverture se limite à deux choix :

- tôles thermo-laquées (isolées ou non).
- plaques de fibrociment.

La pose serait nettement plus longue, et la charpente devrait probablement être conçue différemment, mais l'utilisation de tuile (mécanique, ronde) serait un plus. Bien que chaque projet fasse appel à un architecte, l'intégration paysagère et la qualité architecturale des nouveaux bâtiments est en léger décalage avec le bâti ancien. On construit vite et bien mais cela reste assez fonctionnel.

En revanche le modèle peut être très bien étendu aux bâtiments à vocation industrielle. J'ai d'ailleurs crû comprendre qu'un effort était fait pour se tourner vers ce marché. Les mœurs et habitudes semblent être tout de même un frein vis-à-vis de celui-ci. Mais avec plus de 300 réalisations en Suisse romandes, il devient important de se diversifier avant une saturation du marché.

## CONCLUSION

L'agriculture moderne offre des possibilités commerciales au niveau de la construction de bâtiments agricoles. Construits de manière erratique ces dernières années, une volonté politique appuyée par une conscience collective est en train de changer la donne. L'utilisation du bois, comme l'ont fait nos aïeux, s'avère être une solution tout à fait convaincante pour les besoins actuels des agriculteurs ainsi que pour les architectes et paysagistes. Tous les acteurs, aussi bien les collectivités locales, le monde paysan ou les professionnels de la construction, ont un rôle à jouer. Car ce sont à eux que revient la charge de modéliser le paysage de nos campagnes.

Natif d'un milieu rural et attaché à son patrimoine, c'est tout naturellement que pour compléter une formation en construction bois je me suis tourné vers les bâtiments agricoles. Conscient que des lacunes, ou du moins une volonté nationale voire européenne peine à s'atteler à cette tâche, j'ai décidé de m'expatrier en Suisse, là même où ce modèle constructif a fait ses preuves et où l'expérience des professionnels du secteur a pu compléter ma formation.

N'ayant pas la prétention d'avoir accumulé assez d'expérience, de recul et d'informations, ce mémoire ne se veut pas comme un ouvrage de référence mais plutôt comme un retour d'expérience et de connaissances afin d'inciter, ou plutôt de montrer – expérience professionnelle à l'appui – que la construction de bâtiments agricoles en bois est une solution très sérieuse aux demandes actuelles.

## BIBLIOGRAPHIE

Sites Internet consultés :

*Architectures & agricultures*. [En ligne]. CAUE45, mise à jour le 13/07/2007, [consulté le 18 août 2007].

Disponible sur : <http://www.architecturesagricultures.fr/index.php>

*Les chambres d'agriculture*. [En ligne]. 2007, [consulté le 18 août 2007].

Disponible sur : <http://paris.apca.chambagri.fr/repeco/default.htm>

*Wikipédia*. [En ligne]. Wikimedia Foundation, Inc., mise à jour le 14/08/2007, [consulté le 18 août 2007]. Disponible sur : <http://fr.wikipedia.org>

*Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable* [En ligne]. 2007, [consulté le 18 août 2007].

Disponible sur : <http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr/>

*Ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable* [En ligne]. 2007, [consulté le 18 août 2007].

Disponible sur : <http://www.urbanisme.equipement.gouv.fr/>

*Portail officiel des CAUE de France* [En ligne]. 2007, [consulté le 19 août 2007].

Disponible sur : <http://www.fncaue.fr/>

*Ministère de l'agriculture et de la pêche* [En ligne]. 2007, [consulté le 19 août 2007]. Disponible sur : <http://www.agriculture.gouv.fr/>

*AGRESTE La statistique agricole* [En ligne]. 2007, [consulté le 19 août 2007].

Disponible sur : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/>

*ADIB Filière bois en Franche-Comté* [En ligne]. 2007, [consulté le 19 août 2007].

Disponible sur : <http://www.adib-fc.com/>

*Portail de l'Office fédéral de statistique suisse* [En ligne]. [consulté le 10 juillet 2007]. Disponible sur : <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/fr/index.html>

*Portail d'information bois et forêt* [En ligne]. 2007, [consulté le 10 juillet 2007].

Disponible sur : <http://www.boisforet-info.com/bfi2/default.asp>



Ouvrages de références :

**M. Jean-Pierre Meier, Responsable des constructions rurales du SAF, M. Roland Gilliéron, Maître charpentier, M. Daniel Ingold, Service technique Lignum Office romand, M. Pierre-André Dupraz, HES-SO Ecole d'Ingénieurs de Genève,** *Le bois dans les constructions rurales*, SAF du canton de Vaud/Lignum Vaud. 2007, 20 p.

**Marianne Saxer,** *Agriculture : un siècle de bouleversements*. OFS. 2005, 4 p.

**Florian Köhler,** *Agriculture suisse, statistiques de poche 2007*. OFS. 2007, 36 p.

**Ludo Van Caenegem,** *Exigences minimales à l'égard de l'enveloppe des bâtiments –exemple d'une étable pour bovins, Rapport FAT 424*. OFS. 1992, 10 p.

**Ludo Van Caenegem et Alfons Schmidlin,** *Comparaisons entre filets brise-vent et bardage claire-voie, Rapport FAT 526*. OFS. 1998, 17 p.

**Beat Meier,** *Comparaisons des exploitations agricoles suisses et des exploitations de l'UE, Rapport FAT 571*. OFS. 2001, 8 p.

**Stefan Mann, Juliane Mante et Stephan Pfefferli,** *Changement de la structure agricole en Suisse, Rapport FAT 602*. OFS. 2003, 12 p.

**Ludo Van Caenegem,** *Comparaison de la construction en Suisse, en Autriche, en Allemagne et en France, Rapport FAT 595*. OFS. 2003, 12 p.

**Ludo Van Caenegem, Daniel Herzog, Hansruedi Ott et Alfons Schmidlin,** *Economiser des coûts réels en construisant soi-même, Rapport FAT 607*. OFS. 2004, 11 p.

**Marc Verdier,** architecte et professeur à l'école d'architecture de Nancy, *Bâtiments agricoles : le besoin d'architecture*, 2006, 5 p.

**Michel de Beaumesnil,** *Un atout pour le monde rural : la valorisation du bâti agricole*, Avis et rapports du conseil économique et social de la république française, 2006, 148 p.

**Dominique Juillot,** *La filière bois française – la compétitivité enjeu du développement durable*, 2003, 104 p.

**Ministère de l'agriculture et de la pêche,** *Qualité architecturale des bâtiments agricoles*. 2003, 52 p. Brochure.

**Auteur Inconnu,** *Le monde rural*. BIMA Hors-série n°16, janvier 2005, p. 28-29.

**Marie Christine Mercadé,** *Tourisme et CTE*. BIMA du 26 février 2002, p. 27-30.

**CAUE 67.** *Bâtiments agricoles. Bâtir en bois*. Sicop, 1990. 50 p. Brochure.

**Chambre d'agriculture des Vosges, CAUE des Vosges.** *Construire, agrandir, aménager un bâtiment traditionnel, un bâtiment d'exploitation, des abords dans le paysage de la montagne vosgienne.* Chambre d'agriculture des Vosges, CAUE des Vosges, 1995. Plaquette.

**Chambre d'agriculture des Vosges, CAUE des Vosges.** *Construire, agrandir, aménager dans les paysages de la plaine vosgienne.* Chambre d'agriculture des Vosges, CAUE des Vosges, 1997. Plaquette. Coll. Guide pratique pour l'intégration des bâtiments agricoles.

**Philippe Madec,** architecte-conseil, *Les bâtiments agricoles.* Direction générale de l'habitat et de l'urbanisme. 2006, 30 p. Collection repères.

**CNDB.** *Les bâtiments bois en milieu rural.* CNDB, 2006. Plaquette.

**CNDB.** *Construction bois et sécurité incendie.* Février 2007. 9 p. Collection les essentiels du bois. Brochure.

**Weronika Zarachowicz,** *Eoliennes : de l'électricité dans l'air,* Télérama du 1<sup>er</sup> août 2007, n° 3003-3004, p. 15-17.

**SEQUENCE BOIS n° 12 : Bâtiments agricoles,** Juin 1996.

## TABLE DES ANNEXES

**Annexe 1** : *Tourisme et CTE*. BIMA du 26 février 2002, p. 27-30.

**Annexe 2** : *Le monde rural*. BIMA Hors-série n°16, janvier 2005, p. 28-29.

**Annexe 3** : *Guide pratique sur la loi de « réciprocité »*.

**Annexe 4** : *Eoliennes : de l'électricité dans l'air*, Télérama du 1er août 2007.

**Annexe 5** : *Construire un bâtiment agricole, Les acteurs du projet*.

**Annexe 6** : *Comparaisons des exploitations agricoles suisses et des exploitations de l'UE*, Rapport FAT 571.

**Annexe 7** : *Changement de la structure agricole en Suisse*, Rapport FAT 602.

**Annexe 8** : *Comparaison de la construction en Suisse, en Autriche, en Allemagne et en France*, Rapport FAT 595.

**Annexe 9** : *Economiser des coûts réels en construisant soi-même*, Rapport FAT 607.

**Annexe 10** : *Comparaisons entre filets brise-vent et bardage claire-voie*, Rapport FAT 526.

**Annexe 11** : *Détail Farmwood fixation de porte*.