



L'ILOT BOIS, STRASBOURG : La communauté urbaine de Strasbourg réalise un quartier où tous les immeubles seront en bois. Ici, l'un des 3 projets en cours, avec super-structure bois en R+9 : Architectes : Atelier Philippe Madec / Atelier D / Méandre ; BET : Gaujard ; maîtrise d'ouvrage : Nacarat

Bâtiment responsable et plus si affinités

Texte et interviews par Claire Leloy

Alors que le printemps reprend ses droits sur la grisaille, le concept de Ville Durable fleurit dans tous les esprits et s'impose à toutes les discussions. Il canalise enthousiasmes, initiatives et énergies en offrant enfin un horizon constructif à tout l'écosystème du bâtiment, depuis l'industrie jusqu'aux territoires. Cette perspective, qui a germé avec le Grenelle, grandi avec la Loi sur la Transition Énergétique et la Croissance Verte et pris racine au cœur du Plan gouvernemental de la Nouvelle France Industrielle, exprime une puissante volonté d'innover. Pierre angulaire : penser la ville autrement.

Cette ville qui cristallise la majeure partie des écueils écologiques auxquels il faut maintenant faire face. Cette ville, à la fois saturée et atomisée, où le lien social est parfois mis à mal. Cette ville qui d'ici 2050 accueillera 2,5 milliards de nouveaux urbains... se remet en cause. Enfin. Voici donc venue l'occasion de réinventer le modèle. Certes, l'exercice avait déjà réveillé quelque ardeur dans les années soixante-dix et révélé quelques limites dans les décennies suivantes. Mais, si l'histoire se répète, rien ne dit qu'elle doit se conclure de la même manière. Aujourd'hui, il n'est pas question d'utopie, mais de pragmatisme. Il n'y a plus de rêve à assouvir, mais une urgence à solutionner. Écologique, économique, démographique et sociale.

Le bâtiment est le centre névralgique de la problématique. Il se doit maintenant d'être performant, respectueux de l'environnement, peu consommateur de matière et d'énergie, mais aussi agréable, convivial, évolutif, dynamique, multifonctionnel... pour répondre tant aux enjeux de la ville de demain qu'aux aspirations de ses usagers. Si les so-

lutions constructives, les matériaux, les énergies sont tous dans les starting-blocks pour apporter de nouvelles réponses, efficaces et durables, au bâtiment responsable, il semblerait que le bois s'empare d'une position clé sur ce marché en gestation.

Il est d'ailleurs largement propulsé au centre du Plan « Ville Durable » (porté par le gouvernement et au premier chef par les ministères de l'Économie et du Développement Durable) à travers la Solution Bois, qui réunit les industries du bois, construction et ameublement. Pourquoi un tel piédestal ? Simplement parce que la France dispose d'une ressource forestière considérable... et considérablement peu exploitée. La troisième surface européenne n'est en effet utilisée qu'à 60 % à peine. Or, cet or vert - qui a l'élégance de prélever du CO₂ et de se renouveler à l'envi, est une manne qu'il convient d'utiliser au plus vite. Et les enjeux économiques, écologiques et urbains de trouver un terrain d'entente, avec le bois.

Signe des temps ? Le Président de la République avait lui-même parlé « du matériau du futur » en inaugurant au printemps dernier le Pavillon France de l'Exposition Universelle de Milan (qui, bien entendu, était en bois). Notre ministre du Logement et de l'Habitat Durable, Emmanuelle Cosse, évoquait en ouverture de la conférence donnée par ADIVbois (l'association qui porte le Plan Industries Bois) au MIPIM « Une filière dans laquelle il est fondamental d'investir pour être en mesure, à court terme, de concilier qualité de la construction, rapidité d'exécution et bilan carbone particulièrement avantageux. » Dont acte.

Alors les initiatives se multiplient : Bordeaux, Paris, Strasbourg, Marseille, Marne-la-Vallée lancent des programmes emblématiques où le bois tient une place majeure. Pas forcément exclusive, car la mixité et l'utilisation intelligente de chaque matériau selon son potentiel guident nombre de projets. Le béton, le verre, le métal, le végétal ont aussi leurs mots à dire : « inertie », « économie », « innovation », « esthétique », « biodiversité » sont les nouveaux mots-clés. Tous ces matériaux, toutes les solutions, participent à la réflexion comme aux réalisations qui anticipent la Ville Durable. Les aménageurs, les promoteurs, les majors du bâtiment ont manifestement décidé de se pencher sur cette question de la mixité et bien sûr, s'intéressent avec plus de conviction au bois.

La ville, cependant, ne se limite pas à une collection de bâtiments. La Ville Durable encore moins. Le lien entre ces bâtiments, le quartier et la vie de quartier, l'énergie qui les nourrit, les infrastructures, la mobilité et les nouvelles manières de se déplacer, les activités et les nouvelles manières de travailler, les réseaux et les nouvelles manières de les gérer... sont autant de domaines qui se révèlent fondamentaux pour envisager une ville meilleure.

Aussi, les projets qui émergent et ceux qui vont suivre se saisissent de tous ces sujets pour penser la Ville Durable globalement, tant dans sa finalité, que dans la manière de la concevoir. De plus en plus, la pluridisciplinarité que nous avons tant réclamée dans ces colonnes semble devenir une méthode incontournable. L'ouverture et le dialogue avec les usagers, en amont du projet et après son terme, commencent eux aussi à s'imposer pour mieux concevoir, mieux bâtir, mieux utiliser.

Ville durable

Des projets ambitieux, des acteurs engagés



Quoi de plus parlant pour conclure sur le « Bâtiment Responsable » et la ville de demain que de laisser s'exprimer quelques uns des précurseurs, d'ores et déjà engagés dans cette dynamique ? Un architecte, un promoteur, un aménageur et un constructeur nous livrent leur vision de la Ville Durable. Au programme, Bordeaux Métropole, le Grand Paris, Marne-la-Vallée et un point sur le positionnement d'Eiffage, lauréat du concours lancé par Bordeaux-Euratlantique avec la Tour Hypérior.



4 Questions à Nicolas Laisné, architecte, Agence Laisné Roussel

Nicolas Laisné est l'architecte de l'immeuble de bureaux en bois « Perspective » (groupe Pichet) qui sera livré courant 2018 à Bordeaux. Il fait également partie des équipes lauréates de l'appel à projets Réinventer Paris avec l'ensemble immobilier « Jardin Habité » reposant sur 3 immeubles bois mixant logement social, accession libre et activité en rez-de-chaussée.

Quelles sont les solutions constructives pour bâtir la Ville Durable ?

N.L. : Le bois est une solution intéressante, qui présente beaucoup de qualités. Au-delà des économies de carbone, la rapidité d'exécution est particulièrement adaptée dans un contexte où la ville se construit sur elle-même et où il faut faire vite pour engendrer le moins de nuisances possible. Le bois n'est cependant pas la seule solution intéressante : les autres techniques vont se remettre en cause et devenir plus performantes.

Quelles sont les forces de l'immeuble « Perspective » ?

N.L. : Bordeaux voulait un bâtiment tertiaire en bois. Ce projet, antérieur au récent concours sur les 2 Tours, était à la fois un laboratoire et une tête de pont pour Bordeaux-Euratlantique. Nous avons proposé un R+6 à structure mixte (poteau-poutre bois lamellé/ cage d'ascenseur en béton/ ossature bois). Parmi ses forces, je citerai un superbe emplacement à l'angle d'un parc et de la Garonne ; des plateaux qui misent sur la flexibilité et l'adaptation aux besoins des futurs locataires ; un rez-de-chaussée très ouvert sur le quartier ; une grande ambition du maître d'ouvrage en matières de performance énergétique (label Bâtiment Passif) et d'impact environnemental (BREEAM Very good).

Qu'est-ce qui, selon vous, a distingué le Jardin Habité pour Réinventer Paris ?

N.L. : La première chose c'est que nous condensons nos mètres carrés sur peu de bâtiments, en évitant de s'étaler devant les immeubles existants et en préservant ainsi l'usage du terrain pour le quartier. Nous sommes par ailleurs venus vers ce concours avec une vraie innovation programmatique et une démarche sociale, intégrant dans l'équipe une association (la Conciergerie Solidaire, qui sera un des locataires du futur immeuble) portant un projet social concret et cohérent par rapport au site sensible sur lequel s'implante le projet. Nous avons également proposé une solution reposant sur le bois qui offrait à la fois rapidité et légèreté (intéressante du fait que les sous-sols étaient occupés par des parkings : le bois nous épargnait un renforcement des fondations).

Quelle est votre définition de la Ville Durable ?

N.L. : Ce n'est pas une ville idéale posée à côté de notre ville actuelle. C'est ce que peut devenir la ville existante. Une ville qui se densifie. J'ai cette conviction que l'étalement n'est pas la solution. Il faudra donc faire autrement. C'est aussi, je pense, une ville qui se pacifie, qui n'est pas saturée. Les villes ont été jusqu'à présent entièrement conçues autour de la voiture. Les choses vont changer. S'apaiser.

*PERSPECTIVE, BORDEAUX : L'immeuble tertiaire en bois en R+6 sera livré courant 2018.
Architecte : Laisné Roussel ; Maîtrise d'ouvrage : Groupe Pichet.*

*LE JARDIN HABITÉ, PARIS - Trois immeubles en CLT, culminant à R+8, mixant logements et locaux d'activité.
Architectes : Laisné Roussel ; BET : Le Sommer / Woodeum / Sylva conseil ; maîtrise d'ouvrage : Pichet.*





Photo Sergio Grazia



4 Questions à Paul Jarquin, Promoteur, Président REI FRANCE, administrateur ADIVbois

REI est une société de promotion immobilière éco-responsable, spécialisée dans la construction de logements en structure bois, créée par Paul Jarquin à Montreuil en 2009. La société connaît un fort développement, avec la participation remarquée à des appels à projets bois de grande envergure en 2015, la mise en chantier de 250 logements en 2016 et de nombreux projets à l'étude sur les années à venir. Paul Jarquin, Président de REI France et membre du Conseil d'Administration d'ADIVbois, nous explique les raisons de son engagement.

BLACKSUN, MONTREUIL: Mixant logements et bureaux, cet immeuble à ossature bois est le plus haut livré en accession à ce jour en France (R+5, 2013, Montreuil) Architectes : GRAAM ; constructeur : Charpente Houot ; maîtrise d'ouvrage : REI France



BR Pourquoi le bois ?

P.J. : En créant REI, j'ai souhaité proposer une réponse concrète aux grands enjeux environnementaux et contribuer à la préservation des ressources planétaires.

BR Peut-on dire qu'il s'agissait, au moins à l'époque, d'un choix risqué ?

P.J. : Il s'agissait en tout cas d'un pari, qui n'était pas gagné au départ, comme tout projet innovant. Car, même si le bois est utilisé dans la construction depuis l'antiquité, le retour vers ce matériau pour construire des immeubles de logements collectifs n'allait pas de soi. Trois questions se sont posées au démarrage de cette aventure : la perception des usagers, la compétitivité des solutions bois, considérées plus chères que la construction « classique », et les freins réglementaires.

BR Avec sept ans de recul et environ 250 logements bois à votre actif, qu'en est-il aujourd'hui ?

P.J. : Aujourd'hui le défi est relevé, pour REI mais plus largement pour la filière. Ouvrage après ouvrage, le bois s'impose comme le matériau d'une nouvelle économie, davantage circulaire et résiliente. C'est un matériau d'avenir. Les occupants de nos immeubles sont des ambassadeurs du bois. Mais si nos acquéreurs lient leur décision d'achat à la satisfaction de réaliser un geste écologique, le prix des logements reste bien entendu le critère déterminant. Les programmes livrés par REI apportent la démonstration de la compétitivité des solutions bois sur les marchés de l'immobilier résidentiel collectif. Quant aux contraintes réglementaires qui posaient problème il y a quelques années, elles commencent à être levées, facilitant grandement les projets. L'innovation fait partie de l'ADN de REI : le bois est aujourd'hui une évidence, et nous poursuivons la R&D afin de proposer des réponses globales aux enjeux de la Ville Durable.

BR Quelle est votre définition de la Ville Durable ?

P.J. : La Ville Durable est une ville tournée vers les générations futures, qui prend en compte les enjeux environnementaux. Si la construction bois n'est bien entendu pas la seule réponse, elle offre une solution concrète pour réduire l'empreinte écologique de nos territoires ; et fonctionne également comme catalyseur des autres dimensions de la Ville Durable : restaurer un lien avec la nature, offrir un confort et une qualité d'usage par opposition aux logements standardisés, intervenir en milieu urbain dense constitué, ancrer chaque projet localement, prendre en compte l'efficacité énergétique, la mobilité... Le projet des « Immeubles à Vivre Bois », initié par le gouvernement, porte selon moi cette vision de la Ville Durable et explique mon engagement au sein de l'association ADIVbois.

L'ÎLOT-VERT, MONTREUIL (en haut) : Livré en 2015, cet ensemble est composé d'un immeuble de 10 logements et de 5 maisons, tous en structure bois. Architectes : Archi5 ; constructeur : Charpente Houot ; maîtrise d'ouvrage : REI France.

Photo Kamel Khalif



4 Questions à Nicolas Ferrand, Directeur Général D'EPAMARNE/EPAFRANCE

EPAMARNE et EPAFRANCE sont les établissements publics d'aménagement de Marne-la-Vallée. Leur mission est de contribuer à impulser, mettre en œuvre et promouvoir le développement de ce territoire en produisant, sous la direction de l'Etat et des collectivités locales, une part significative des logements franciliens et en accompagnant les porteurs de projets. Marne-la-Vallée, cluster de la ville durable, porte une démarche innovante, notamment en matière d'écoconstruction. Nicolas Ferrand, était présent au Marché International de la Promotion Immobilière (MIPIM) pour exprimer la position et les ambitions de Marne-la-Vallée.

BR Qu'est-ce qui distingue le territoire de Marne-la-Vallée Métropole ?

N.F. : Marne-la-Vallée représente une fois et demie la surface de Paris pour 340 000 habitants et 20 % de sa superficie sont couverts par des forêts. Ce territoire neuf, plein de dynamisme et d'opportunité, accueille de grands centres d'innovation tels que le CSTB et le FCBA, une quinzaine de grandes écoles dont l'ESIEE, l'Ecole d'Architecture de la Ville et des Territoires, l'Ecole d'Urbanisme de Paris, l'Ecole des Ponts Paris-Tech..., ainsi que plus de 50 laboratoires de recherche, un FabLab et beaucoup d'entreprises innovantes.

BR Un vrai laboratoire de la Ville Durable... qui vous incite à construire ?

N.F. : Effectivement. Notre ambition est de devenir la référence nationale en matière de construction durable. Nous sommes déjà en pointe sur le bois avec la réalisation de bâtiments exemplaires : le siège du FCBA, le programme de logements modulaires et passivhaus Les Lodges réalisé par Bouygues Immobilier, ou ceux qui vont sortir de terre à la Cité Descartes d'ici 2018, dont Treed It par Vinci Construction qui sera la plus haute construction bois de France (R+10). Notre objectif est de construire en bois un tiers de nos nouveaux logements d'ici 2017. En 2015, nous en avons initié 500 et l'objectif est déjà atteint pour 2016 avec la programmation de 760 logements en bois.

BR Marne-la-Vallée Métropole entend-elle aller plus loin en matière de construction responsable ?

N.F. : L'innovation est au cœur de notre action. Les EPA de Marne-la-Vallée sont précurseurs en matière d'aménagement urbain durable et nous affirmons dans chacun de nos projets notre vocation d'innovation. Outre la réalisation de bâtiments à structure bois, nous encourageons la construction sur le principe du B3 (BIM - BOIS - BEPOS) car nous sommes convaincus de la pertinence de ce type de bâtiment et de la viabilité de son modèle économique. Nous menons également des études sur la réalisation de bâtiments « Bois Zéro Carbone ». Il s'agit là de maîtriser l'empreinte carbone sur l'ensemble du cycle de vie d'un bâtiment en bois avec pour objectif d'obtenir un bilan carbone nul. Pour l'heure, le principe fonctionne sur un cycle de 50 ans, ce qui est très encourageant. Enfin, le projet BBA (Bois et Biodiversité Augmentée) repose sur l'idée qu'un bâtiment en bois participe à l'écosystème environnant et favorise le développement d'une biodiversité en milieu urbain.

BR Quelle est votre définition de la Ville Durable ?

N.F. : La ville durable est la ville de demain. A Marne-la-Vallée, nous voulons bâtir la ville européenne du XXI^e siècle, qui fasse référence par la qualité de ses projets et de ses innovations, en matière de biodiversité urbaine, de construction bois, d'éco-mobilité, d'efficacité énergétique et de maquette numérique à grande échelle. La ville durable est, selon moi, une ville plus sensuelle, plus émotive, plus productive... une ville plus humaine dans laquelle peuvent cohabiter l'art, l'eau, la nature, les transports, avec des espaces publics plus ludiques et des toitures cultivées. La ville durable, c'est aussi une ville construite plus étroitement avec ses habitants et ses usagers.



Photo Kamel Khalif

FCBA, CHAMPS SUR MARNE : Le siège du FCBA est emblématique d'une démarche innovante et environnementale. Architectes : Atelier 4+ ; Léon Grosse (Entreprise générale) et Mathis (structure bois).



Photo Alexis Toureau



Jacques Bouillot



Francesca Angileri



Valérie David

5 Questions à EIFFAGE, construction-infrastructures-énergie-concessions



Pourquoi l'entreprise Eiffage s'implique-t-elle dans la construction bois ?

J.B. : Eiffage, et plus particulièrement Eiffage Construction, intègre le bois dans ses ouvrages depuis de nombreuses années déjà. En 30 ans, nous avons multiplié les opérations avec des réalisations dans toute la France telles que, par exemple, le Pôle de loisirs et de commerces de Lyon Confluence, le siège de la Direction générale de la gendarmerie nationale à Issy-les-Moulineaux ou encore l'aquarium de La Rochelle. Le développement de la construction bois et mixte bois-béton s'inscrit dans notre démarche en faveur de la biodiversité et répond à notre volonté de réduire l'empreinte carbone de nos activités. C'est aussi un argument auprès de nos donneurs d'ordre pour proposer une solution en phase avec le principe de sobriété que nous déployons pour l'éco-conception de nos ouvrages. Le concept Lignum, que nous avons développé à travers notre laboratoire Phosphore il y a quelques années, s'appuie sur l'utilisation de bois massif contrecollé qui offre de nombreux avantages. Nous avons déjà réalisé la résidence étudiants Jean-Jouzel à La Rochelle livrée en 2013 sur ce principe et avons plusieurs chantiers en cours : une résidence de 140 logements à Ris-Orangis ou encore 61 logements sociaux à Cormeilles-en-Parisis. Et nous avons dernièrement remporté l'appel à projet pour la tour Hyperion à Bordeaux.

Quels avantages (ou inconvénients) percevez-vous en tant que constructeur sur cette solution technique ?

J.B. : L'utilisation du bois dans nos modes constructifs présente de nombreux avantages. Il peut notamment supporter de fortes charges et déformations, bénéficie d'une bonne endurance à la corrosion et d'une robustesse inégalée ce qui fait de lui un matériau de construction fiable et pérenne. Autre atout, la préfabrication en atelier des panneaux de bois et leur montage sur site réduisent les délais de construction, et permettent à nos équipes de travailler sur des chantiers « propres » dont les déchets sont recyclables. Par ailleurs, le faible contenu carbone lié à l'usinage du bois et la capacité du bois à stocker le carbone sont deux atouts environnementaux essentiels et nécessaires pour atteindre le nouveau label BBCA (bâtiment bas carbone). Ses excellentes performances thermiques et énergétiques garantissent ainsi un habitat confortable et économe. Ce confort, optimal été comme hiver grâce à la faible inertie du bois, est également visuel et psycho-sensoriel. Enfin, ce matériau offre une palette d'associations répondant à tous types de projets architecturaux. Il peut être combiné au béton, au verre, à l'acier, à la pierre ou bien être à lui seul l'élément principal.



Les 3 photos : TOUR HYPÉRION, BORDEAUX : Emblème du développement d'un territoire bas carbone, cette tour bioclimatique (R+17) repose sur un mix bois (CLT) /béton. Architecte : JP Viguière ; Maîtrise d'ouvrage : Eiffage Immobilier ; BET : Woodéum ; entreprises et construction : Eiffage / SACBA / Lamecol.

On ne présente plus Eiffage... Troisième groupe de BTP et concessions français et cinquième groupe européen, un poids lourd du monde de la construction. Eiffage est aussi parmi les deux équipes lauréates en charge de réaliser l'une des deux plus hautes tours bois du monde à Bordeaux. Ce projet, Hypérion, nous donne l'occasion d'interroger ce grand groupe sur la Ville Durable. Francesca Angileri, chargée du projet Hypérion, Valérie David, Directrice du Développement Durable et Jacques Bouillot, Directeur du Service Bois, ont accepté de répondre à nos questions.

BR Qu'est-ce qui, à votre connaissance, a distingué la Tour Hypérion dans le concours lancé par Bordeaux ?

F.A. : Face au challenge très ambitieux du point de vue technique de réaliser une tour en bois de R+17, faisant appel à du bois 100 % local, nous sommes allés plus loin que le cahier des charges du concours, en articulant le projet avec sa programmation très dense autour de cet immeuble emblématique. Celui-ci, placé à l'intérieur de la parcelle, mais en fort dialogue avec son futur environnement, propose un rapport apaisé avec les voies urbaines, les espaces verts, les flux actuels et futurs (le centre de tri au Nord, la future gare TGV au Sud, le VIP : Vélo - intermodalité - Piéton, etc.).

En retrait des alignements, il est possible de ménager une vaste place, un parvis en continuité de l'espace urbain, comme une dilatation du VIP libérant une vision complète depuis les rues sur ce bâtiment haut, un des premiers à dépasser la barrière des 10 étages, et à affirmer ainsi son rapport au sol. Ainsi le parvis, c'est l'émergence d'une centralité pour le quartier, c'est un lieu spécial qui accueille une architecture pleine d'urbanité qui conditionne la rencontre et permet aux piétons d'irriguer tout le quartier. Riche en flux, ce lieu est naturellement animé et devient le point de rencontre des différents bâtiments, des différents programmes, des différents utilisateurs, des habitants du quartier. En limite Nord de la parcelle, la tour Hypérion ne portera

pas préjudice à l'ensoleillement des autres bâtiments, dans une logique de conception bioclimatique de l'ouvrage. Ainsi, c'est cette sensibilité et réflexion à l'échelle du quartier et l'amorçement d'une nouvelle vitalité urbaine qui ont distingué notre projet dans le concours.

S'agissant pour nous de développer tout d'abord un projet qui fasse vivre ce secteur urbain en devenir, nous avons associé différents sujets de la Ville Durable dans ce travail de conception, qui va bien au-delà du projet de construction. Conçu selon la méthodologie Haute Qualité de vie®, cet immeuble emblématique certifié NF Habitat et Bâtiment Biosourcé, décline une réflexion à 360° des enjeux d'écoconstruction, d'efficacité énergétique, de mobilités douces (avec la continuité avec le VIP), de préservation de la biodiversité ou encore d'accompagnement des nouveaux modes de vie et de travail. Mutualisation du stationnement entre logements et bureaux, évolutivité des parkings en commerces, affichage des consommations énergétiques en temps réel, conciergerie de quartier, espace de coworking, local associatif, station vélos en libre-service concourent ainsi à la vitalité du quartier.

BR Comment définiriez-vous la Ville Durable ?

V.D. : La ville durable est une utopie moderne à la croisée de plusieurs objectifs étroitement liés :
- une ville durable se construit et se renouvelle dans le respect de son identité géographique, climatique, sociale et culturelle. C'est-à-dire

que les mobilités, les choix énergétiques, les solutions de traitement de l'eau et des déchets, les modes constructifs, la place de la nature, tout y est pensé en fonction de cette identité, de son évolution prévisible et de sa résilience souhaitable, notamment du point de vue du changement climatique ;

- une ville durable est également capable de répondre aux conséquences des mutations sociologiques qui travaillent en profondeur nos sociétés -longévité ; nouveaux modes de vie, de travail, de consommation et révolution numérique- qui influent sur la typologie des logements et la nature des services et formes urbaines utiles.

BR Quelles perspectives pour Eiffage ?

V.D. : Dans un contexte d'urbanisation accélérée, la ville durable est un produit recherché du Nord au Sud de la planète. C'est une urgence écologique et sociale pour de nombreuses collectivités locales, qui peinent à planifier rapidement la transformation urbaine dans un contexte souvent contraint du point de vue budgétaire.

Pour sa part, le groupe Eiffage se voit comme un ensemblier capable d'aider à la conception, la rénovation et l'équipement de la ville. Ce qui nous intéresse n'est pas la ville hyper-technologique, mais la ville sobre qui met en œuvre une approche systémique du développement durable, la seule à être efficace pour un coût raisonné.